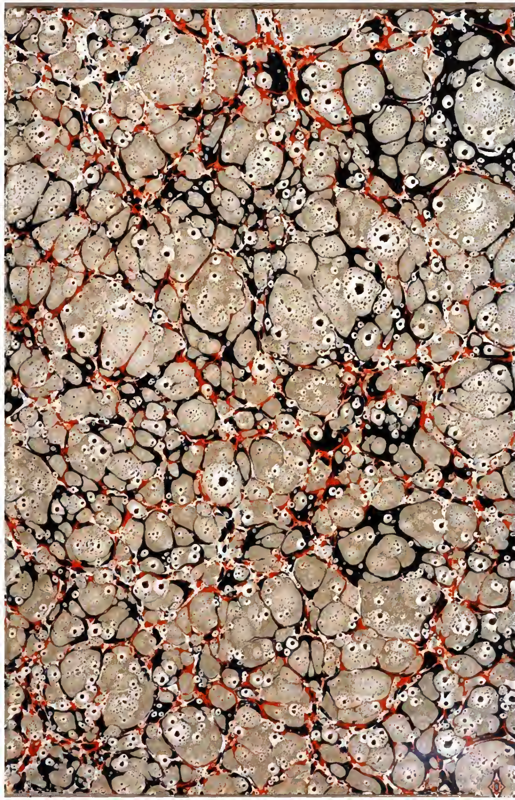
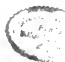

GALLIÆ
AVGVSTÆ
DVCISSÆ
HELENÆ
ANNO
EX LIBRIS
MCMV





ŒUVRES

COMPLÈTES

DE BUFFON.

TOME I.

IMPRIMERIE D'AD. ÉVERAT ET Ce,
14 et 16, rue du Cadran.

ŒUVRES

COMPLÈTES

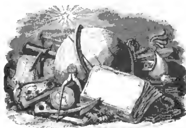
DE BUFFON,

AVEC DES EXTRAITS DE DAUBENTON,

ET LA CLASSIFICATION DE CUVIER.

TOME PREMIER.

MATIÈRES GÉNÉRALES. I. — THÉORIE DE LA TERRE.





PARIS,

CHEZ FURNE ET Cᵉ, LIBRAIRES-ÉDITEURS,

RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS, 55,

MDCCCXXXIX.

ÉLOGE DE BUFFON

PAR VICQ D'AZYR.

Vicq d'Azyr ayant été élu par messieurs de l'Académie Française, à la place de M. le comte de Buffon, y vint prendre séance le jendi 11 décembre 1788, et prononça le discours qui suit :

Messieurs,

Dans le nombre de ceux auxquels vous accordez vos suffrages, il en est qui, déjà célèbres par d'immortels écrits, viennent associer lenr gloire avec la vôtre; mais il en est aussi qui, à la faveur de l'heureux accord qui doit régner entre les sciences et les arts, viennent vous demander, au nom des sociétés savantes dont ils ont l honneur d'être membres, à se perfectionner près de vous dans le grand art de penser et d'écrire, le premier des beaux-arts, et celui dont vous êtes les arbitres et les modèles.

C'est ainsi, messieurs, c'est sous les auspices des corps savants auxquels j'ai l'honneur d'appartenir, que je me présente aujourd'hui parmi vous. L'un de ces corps[1] vous est attaché depuis longtemps par des liens qui sont chers aux lettres; dépositaire des secrets de la nature, interprète de ses lois, il offre à l'éloquence de grands sujets et de riches tableaux. Quelque éloignées que paraissent être de vos occupations les autres compagnies[2] qui m'ont reçu dans leur sein, elles s'en rapprochent, en plusieurs points, par leurs études. Peut-être que les grands écrivains qui se sont illustrés dans l'art que je professe, qui ont contribué, par leurs veilles, à conserver dans toute leur pureté ces langues éloquentes de la Grèce et de l'Italie, dont vos productions ont fait revivre les trésors, qui ont le mieux imité Pline et Celse dans l'élégance de leur langage; peut-être que ces hommes avaient quelques droits à vos récompense. Animé par leurs exemples, j'ai marché de loin sur leurs traces; j'ai fait de grands efforts et vous avez couronné mes travaux.

Et ce n'est pas moi seul dont les vœux sont aujourd'hui comblés; que ne puis-je vous exprimer, messieurs, combien la faveur que vous m'avez accordée a répandu d'encouragement et de joie parmi les membres et les correspondants nombreux de la compagnie savante dont je suis l'organe! J'ai vu que, dans les lieux les plus éloignés, que, partout où l'on cultive son esprit et sa raison, on connaît le prix de vos suffrages; et si quelque chose pouvait ajouter au bonheur de les avoir réunis, ce serait celui de voir tant de savants estimables partager votre bienfait et ma reconnaissance; ce serait ce concours de tant de félicitations qu'ils m'ont adressées de toutes parts, lorsque vous m'avez permis de succéder parmi vous à l homme illustre que le monde littéraire a perdu.

Malheureusement il en est de ceux qui succèdent aux grands hommes, comme de ceux qui en descendent On voudrait qu'héritiers de leurs priviléges, ils le fussent aussi de leurs talents, et on les rend, pour ainsi dire, responsables de ces pertes que la nature est toujours si lente à réparer. Mais ces reproches qui échappent au sentiment aigri par la douleur, le silence qui règne dans l'empire des lettres, lorsque la voix des hommes éloquents a cessé de s'y faire entendre, ce vide qu'on ne saurait combler, sont autant d'hommages offerts au génie. Ajoutons-y les nôtres, et méritons, par nos respects, que l'on nous pardonne d'être as-

[1] L'Académie royale des Sciences.
[2] La Faculté et la Société royale de Médecine de Paris.

sis à la place du philosophe qui fut une des lumières de son siècle, et l'un des ornements de sa patrie.

La France n'avait produit aucun ouvrage qu'elle pût opposer aux grandes vues des anciens sur la nature. Buffon naquit, et la France n'eut plus, à cet égard, de regrets à former.

On touchait au milieu du siècle; l'auteur de *la Henriade* et de *Zaïre* continuait de charmer le monde par l'inépuisable fécondité de son génie; Montesquieu démêlait les causes physiques et morales qui influent sur les institutions des hommes; le citoyen de Genève commençait à les étonner par la hardiesse et l'éloquence de sa philosophie; d'Alembert écrivait cet immortel discours qui sert de frontispice au plus vaste de tous les monuments de la littérature; il expliquait la précession des équinoxes, et il créait un nouveau calcul : Buffon préparait ses pinceaux, et tous ces grands esprits donnaient des espérances qui n'ont point été trompées.

Quel grand, quel étonnant spectacle que celui de la nature! Des astres étincelants et fixes qui répandent au loin la chaleur et la lumière; des astres errants qui brillent d'un éclat emprunté, et dont les routes sont tracées dans l'espace; des forces opposées d'où naît l'équilibre des mondes; l'élément léger qui se balance autour de la terre; les eaux courantes qui la dégradent et la sillonnent; les eaux tranquilles, dont le limon qui la féconde forme les plaines; tout ce qui vit sur sa surface, et tout ce qu'elle cache en son sein; l'homme lui-même dont l'audace a tout entrepris, dont l'intelligence a tout embrassé, dont l'industrie a mesuré le temps et l'espace; la chaîne éternelle des causes; la série mobile des effets : tout est compris dans ce merveilleux ensemble. Ce sont ces grands objets que M. de Buffon a traités dans ses écrits. Historien, orateur, peintre et poëte, il a pris tous les tons et mérité toutes les palmes de l'éloquence; ses vues sont hardies, ses plans sont bien conçus, ses tableaux sont magnifiques. Il instruit souvent, il intéresse toujours; quelquefois il enchante, il ravit; il force l'admiration, lors même que la raison lui résiste. On retrouve dans ses erreurs l'empreinte de son génie; et leur tableau prouverait seul que celui qui les commit fut un grand homme.

Lorsqu'on jett un coup d'œil général sur les ouvrages de M. de Buffon, on ne sait ce qu'on doit le plus admirer dans une entreprise si étendue, ou de la vigueur de son esprit, qui ne se fatigua jamais, ou de la perfection soutenue de son travail, qui ne s'est point démentie, ou de la variété de son savoir, que chaque jour il augmentait par l'étude. Il excella surtout dans l'art de généraliser ses idées et d'enchaîner les observations. Souvent, après avoir recueilli des faits jusqu'alors isolés et stériles, il s'élève et il arrive aux résultats les plus inattendus. En le suivant, les rapports naissent de toutes parts; jamais on ne sut donner à des conjectures plus de vraisemblance, et à des doutes l'apparence d'une impartialité plus parfaite. Voyez avec quel art, lorsqu'il établit une opinion, les probabilités les plus faibles sont placées les premières; à mesure qu'il avance, il en augmente si rapidement le nombre et la force, que le lecteur subjugué se refuse à toute réflexion qui porterait atteinte à son plaisir. Pour éclairer les objets, M. de Buffon emploie, suivant le besoin, deux manières : dans l'une, un jour doux, égal, se répand sur toute la surface; dans l'autre, une lumière vive, éblouissante, n'en frappe qu'un seul point. Personne ne voila mieux ces vérités délicates qui ne veulent qu'être indiquées aux hommes Et dans son style, quel accord entre l'expression et la pensée! Dans l'exposition des faits, sa phrase n'est qu'élégante; dans les préfaces de ses traductions, il ne montre qu'un écrivain correct et sage. Lorsqu'il applique le calcul à la morale, il se contente de se rendre intelligible à tous. S'il décrit une expérience, il est précis et clair; on voit l'objet dont il parle; et, pour des yeux exercés, c'est le trait d'un grand artiste : mais on s'aperçoit sans peine que ce sont les sujets élevés qu'il cherche et qu'il préfère. C'est en les traitant qu'il déploie toutes ses forces, et que son style montre toute la richesse de son talent. Dans ces tableaux, où l'imagination se repose sur un merveilleux réel, comme Manilius et Pope, il peint pour instruire; comme eux, il décrit ces grands phénomènes, qui sont plus imposants que les mensonges de la fable; comme eux, il attend le moment de l'inspiration pour produire; et comme eux, il est poete. En lui la clarté, cette qualité première des écrivains, n'est point altérée par l'abondance. Les idées principales, distribuées avec goût, forment les appuis du discours; il a soin que chaque mot convienne à l'harmonie autant qu'à la pensée; il ne se sert, pour désigner les choses communes, que de ces termes généraux

qui ont, avec ce qui les entoure, des liaisons étendues. A la beauté du coloris il joint la vigueur du dessin; à la force s'allie la noblesse; l'élégance de son langage est continue; son style est toujours élevé, souvent sublime, imposant et majestueux; il charme l'oreille, il séduit l'imagination, il occupe toutes les facultés de l'esprit; et, pour produire ces effets, il n'a besoin ni de la sensibilité qui émeut et qui touche, ni de la véhémence qui entraîne, et qui laisse dans l'étonnement celui qu'elle a frappé. Que l'on étudie ce grand art dans le discours où M. de Buffon en a tracé les règles, on y verra partout l'auteur se rendant un compte exact de ses efforts, réfléchissant profondément sur ses moyens, et dictant des lois auxquelles il n'a jamais manqué d'obéir. Lorsqu'il vous disait, messieurs, que les beautés du style sont les droits les plus sûrs que l'on puisse avoir à l'admiration de la postérité; lorsqu'il vous exposait comment un écrivain, en s'élevant par la contemplation à des vérités sublimes, peut établir sur des fondements inébranlables des monuments immortels, il portait en lui le sentiment de sa destinée; et c'était alors une prédiction qui fut bientôt accomplie.

Je n'aurais jamais osé, messieurs, parler ici de l'élocution et du style, si, en essayant d'apprécier M. de Buffon sous ce rapport, je n'avais été conduit par M. de Buffon lui-même. C'est en lisant ses ouvrages que l'on éprouve toute la puissance du talent qui les a produits, et de l'art qui les a formés. Je sens mieux que personne combien il est difficile de célébrer dignement tant de dons rassemblés; et lors même que cet éloge me ramène aux objets les plus familiers de nos travaux, j'ai lieu de douter encore que j'aie rempli votre attente. Mais les ouvrages de M. de Buffon sont si répandus, et l'on s'est tant occupé de la nature en l'étudiant dans ses écrits, que, pour donner de ce grand homme l'idée que j'en ai conçue, je n'ai pas craint, messieurs, de vous entretenir aussi des plus profonds objets de ses méditations et de ses travaux.

Avant de parler de l'homme et des animaux, M. de Buffon devait décrire la terre qu'ils habitent; et qui est leur domaine commun; mais la théorie de ce globe lui parut tenir au système entier de l'univers; et différents phénomènes, tels que l'augmentation successive des glaces vers les pôles, et la découverte des ossements des grands animaux dans le nord, annonçant qu'il avait existé sur cette partie de notre planète une autre température, M. de Buffon chercha, sans la trouver, la solution de cette grande énigme dans la suite des faits connus. Libre alors, son imagination féconde osa suppléer à ce que les travaux des hommes n'avaient pu découvrir. Il dit avec Hésiode: Vous connaîtrez quand la terre commença d'être, et comment elle enfanta les hautes montagnes. Il dit avec Lucrèce: J'enseignerai avec quels éléments la nature produit, accroît et nourrit les animaux; et, se plaçant à l'origine des choses: Un astre, ajouta-t-il, a frappé le soleil; il en a fait jaillir un torrent de matière embrasée, dont les parties, condensées insensiblement par le froid, ont formé les planètes. Sur le globe que nous habitons, les molécules vivantes se sont composées de l'union de la matière inerte avec l'élément du feu; les régions des pôles, où le refroidissement a commencé, ont été, dans le principe, la patrie des plus grands animaux. Mais déjà la flamme de la vie s'y est éteinte; et la terre, se dépouillant par degrés de sa verdure, finira par n'être plus qu'un vaste tombeau.

On trouve dans ces fictions brillantes la source de tous les systèmes que M. de Buffon a formés. Mais, pour savoir jusqu'à quel point il tenait à ces illusions de l'esprit, qu'on le suive dans les routes où il s'engage. Ici, plein de confiance dans ses explications, il rappelle tout à des lois que son imagination a dictées. Là, plus réservé, il juge les systèmes de Whiston et de Leibnitz, comme il convient au traducteur de Newton; et la sévérité de ses principes étonne ceux qui savent combien est grande ailleurs la hardiesse de ses suppositions. Est-il blessé par la satire; il reprend ces théories qu'il avait presque abandonnées; il les accommode aux découvertes qui ont changé la face de la physique, et, perfectionnées, elles excitent de nouveau les applaudissements et l'admiration que des critiques maladroits avaient projeté de lui ravir. Plus calme ailleurs, il convient que ses hypothèses sont dénuées de preuves; et il semble se justifier plutôt que s'applaudir de les avoir imaginées. Maintenant son art est connu, et son secret est dévoilé. Ce grand homme n'a rien négligé de ce qui pouvait attirer sur lui l'attention générale, qui était l'objet de tous ses travaux. Il a voulu lier, par une chaîne commune, toutes les parties du système de la nature; il n'a point pensé que, dans une si longue

carrière, le seul langage de la raison pût se faire entendre à tous; et, cherchant à plaire pour instruire il a mêlé quelquefois les vérités aux fables, et plus souvent quelques fictions aux vérités.

Dans les discours dont je dois rassembler ici les principales idées, les problemes les plus intéressants sont proposés et résolus. On y cherche, parmi les lieux les plus élevés du globe, quel fut le berceau du genre humain; on y peint les premiers peuples s'entourant d'animaux esclaves; des colonies nombreuses suivant la direction et les pentes des montagnes, qui leur servent d'échelons pour descendre au loin dans les plaines, et la terre se couvrant, avec le temps, de leur postérité.

On y demande s'il y a des hommes de plusieurs espèces; l'on y fait voir que, depuis les zones froides, que le Lapon et l'Eskimau partagent avec les phoques et les ours blancs, jusqu'aux climats que disputent à l'Africain le lion et la panthère, la grande cause qui modifie les êtres est la chaleur. L'on y démontre que ce sont ses variétés qui produisent les nuances de la couleur et les différences de la stature des divers habitants du globe, et que nul caractère constant n'établit entre eux des différences déterminées. D'un pôle à l'autre, les hommes ne forment donc qu'une seule espèce; ils ne composent qu'une même famille Ainsi, c'est aux naturalistes qu'on doit les preuves physiques de cette vérité morale, que l'ignorance et la tyrannie ont si souvent méconnue, et que, depuis si longtemps, les Européens outragent, lorsqu'ils achètent leurs frères pour les soumettre, sans relâche, à un travail sans salaire, pour les mêler à leurs troupeaux, et s'en former une propriété, dans laquelle il n'y a de légitime que la haine vouée par les esclaves à leurs oppresseurs, et les imprécations adressées, par ces malheureux, au ciel, contre tant de barbarie et d'impunité.

On avait tant écrit sur les sens, que la matière paraissait épuisée; mais on n'avait point indiqué l'ordre de leur prééminence dans les diverses classes d'animaux. C'est ce que M. de Buffon a fait; et considérant que les rapports des sensations dominantes doivent être les mêmes que ceux des organes qui en sont le foyer, il en a conclu que l'homme, instruit surtout par le toucher, qui est un sens profond, doit être attentif, sérieux et réfléchi: que le quadrupède, auquel l'odorat et le gout commandent, doit avoir des appétits véhéments et grossiers, tandis que l oiseau, que l'œil et l'oreille conduisent, aura des sensations vives, légères, précipitées comme son vol, et étendues comme la sphère où il se meut en parcourant les airs.

En parlant de l'éducation, M. de Buffon prouve que, dans toutes les classes d'animaux, c'est par les soins assidus des mères que s'etendent les facultés des êtres sensibles; que c'est par le séjour que les petits font près d'elles que se perfectionne leur jugement, et que se developpe leur industrie: de sorte que les plus imparfaits de tous sont ceux par qui ne fut jamais pressé le sein qui les porta, et que le premier est l'homme qui, si longtemps faible, doit à celle dont il a reçu le jour tant de caresses, tant d'innocents plaisirs tant de douces paroles, tant d'idées et de raisonnements, tant d'expériences et de savoir; que, sans cette première instruction qui forme l'esprit, il demeurerait peut-être muet et stupide parmi les animaux auxquels il devait commander.

Les idées morales sont toutes appuyées sur des vérités physiques; et, comme celles-ci résultent de l'observation et de l'expérience, les premières naissent de la réflexion et de la philosophie. M. de Buffon, en les mêlant avec art les unes aux autres, a su tout animer et tout embellir. Il en a fait surtout le plus ingénieux usage pour combattre les maux que répand parmi les hommes la peur de mourir. Tantôt, s'adressant aux personnes les plus timides, il leur dit, que le corps énervé ne peut éprouver de vives souffrances au moment de sa dissolution. Tantôt, voulant convaincre les lecteurs les plus éclairés, il leur montre, dans le désordre apparent de la destruction, un des effets de la cause qui conserve et qui régénère; il leur fait remarquer que le sentiment de l'existence ne forme point en nous une trame continue, que ce fil se rompt chaque jour par le sommeil, et que ces lacunes, dont personne ne s'effraie, appartiennent toutes à la mort. Tantôt, parlant aux vieillards, il leur annonce que le plus âgé d'entre eux, s'il jouit d'une bonne santé, conserve l'espérance légitime de trois années de vie; que la mort se ralentit dans sa marche, à mesure qu'elle s'avance, et que c'est encore une raison pour vivre, que d'avoir longtemps vécu.

Les calculs que M. de Buffon a publiés sur

ce sujet important, ne se bornent point à répandre des consolations ; on en tire encore des conséquences utiles à l'administration des peuples. Il prouve que les grandes villes sont des abimes où l'espèce humaine s'engloutit. On y voit que les années les moins fertiles en subsistance sont aussi les moins fécondes en hommes. De nombreux résultats y montrent que le corps politique languit lorsqu'on l'opprime, qu'il se fatigue et s'épuise lorsqu'on l'irrite, qu'il dépérit faute de chaleur ou d'aliment, et qu'il ne jouit de toutes ses forces qu'au sein de l'abondance et de la liberté.

M. de Buffon est donc le premier qui ait uni la géographie à l'histoire naturelle, et qui ait appliqué l'histoire naturelle à la philosophie ; le premier qui ait distribué les quadrupèdes par zones, qui les ait comparés entre eux dans les deux mondes, et qui leur ait assigné le rang qu'ils doivent tenir à raison de leur industrie. Il est le premier qui ait dévoilé les causes de la dégénération des animaux, savoir : le changement de climat, d'aliments et de mœurs, c'est-à-dire l'éloignement de la patrie et la perte de la liberté. Il est le premier qui ait expliqué comment les peuples des deux continents se sont confondus, qui ait réuni dans un tableau toutes les variétés de notre espèce, et qui, dans l'histoire de l'homme, ait fait connaître, comme un caractère que l'homme seul possède, cette flexibilité d'organes qui se prête à toutes les températures, et qui donne le pouvoir de vivre et de vieillir dans tous les climats.

Parmi tant d'idées exactes et de vues neuves, comment ne reconnaîtrait-on pas une raison forte que l'imagination n'abandonne jamais, et qui, soit qu'elle s'occupe à discuter, à diviser ou à conclure, mêlant des images aux abstractions et des emblèmes aux vérités, ne laisse rien sans liaison, sans couleur ou sans vie, peint ce que les autres on décrit, substitue des tableaux ornés à des détails arides, des théories brillantes à de vaines suppositions, crée une science nouvelle, et force tous les esprits à méditer sur les objets de son étude, et à partager ses travaux et ses plaisirs.

Dans le nombre des critiques qui s'élevèrent contre la première partie de l'Histoire Naturelle de M. de Buffon, M. l'abbé de Condillac, le plus redoutable de ses adversaires, fixa tous les regards. Son esprit jouissait de toute sa force dans la dispute. Celui de M. de Buffon, au contraire, y était en quelque sorte étranger. Veut-on les bien connaître? que l'on jette les yeux sur ce qu'ils on dit des sensations. Ici les deux philosophes partent du même point; c'est un homme que chacun d'eux veut animer. L'un, toujours méthodique, commence par ne donner à sa statue qu'un seul sens à la fois. Toujours abondant, l'autre ne refuse à la sienne aucun des dons qu'elle aurait pu tenir de la nature. C'est l'odorat, le plus obtus de tous les organes, que le premier met d'abord en usage. Déjà le second a ouvert les yeux de sa statue à la lumière, et ce qu'il y a de plus brillant a frappé ses regards. M. l'abbé de Condillac fait une analyse complète des impressions qu'il communique. M. de Buffon, au contraire, a disparu; ce n'est plus lui, c'est l'homme qu'il a créé, qui voit, qui entend, et qui parle. La statue de M. l'abbé de Condillac, calme, tranquille, ne s'étonne de rien, parce que tout est prévu, tout est expliqué par son auteur. Il n'en est pas de même de celle de M. de Buffon : tout l'inquiète, parce qu'abandonnée à elle-même, elle est seule dans l'univers; elle se meut, elle se fatigue, elle s'endort, son réveil est une seconde naissance; et, comme le trouble de ses esprits fait une partie de son charme, il doit excuser une partie de ses erreurs. Plus l'homme de M. l'abbé de Condillac avance dans la carrière de son éducation, plus il s'éclaire; il parvient enfin à généraliser ses idées, et à découvrir en lui-même les causes de sa dépendance et les sources de sa liberté. Dans la statue de M. de Buffon, ce n'est pas la raison qui se perfectionne, c'est le sentiment qui s'exalte; elle s'empresse de jouir; c'est Galatée qui s'anime sous le ciseau de Pygmalion, et l'amour achève son existence. Dans ces productions de deux de nos grands hommes, je ne vois rien de semblable. Dans l'une, on admire une poésie sublime; dans l'autre, une philosophie profonde. Pourquoi se traitaient-ils en rivaux, puisqu'ils allaient par des chemins différents à la gloire, et que tous les deux étaient également sûrs d'y arriver?

Au discours sur la nature des animaux succéda leur description. Aucune production semblable n'avait encore attiré les regards des hommes. Swammerdam avait écrit sur les insectes. Occupé des mêmes travaux, Réaumur avait donné à l'histoire naturelle le premier asile qu'elle ait eu parmi nous, et ses ouvrages, quoique diffus, étaient recherchés. Ce fut alors que M. de

Buffon se montra. Fort de la conscience de son talent, il commanda l'attention. Il s'attacha d'abord à détruire le merveilleux de la prévoyance attribuée aux insectes; il rappela les hommes à l'étude de leurs propres organes; et, dédaignant toute méthode, ce fut à grands traits qu'il dessina ses tableaux. Autour de l'homme, à des distances que le savoir et le goût ont mesurées, il plaça les animaux dont l'homme a fait la conquête, ceux qui le servent près de ses foyers, ou dans les travaux champêtres; ceux qu'il a subjugués et qui refusent de le servir; ceux qui le suivent, le caressent, et l'aiment; ceux qui le suivent et le caressent sans l'aimer; ceux qu'il repousse par la ruse ou qu'il attaque à force ouverte; et les tribus nombreuses d'animaux qui, bondissant dans les taillis, sous les futaies, sur la cime des montagnes, ou au sommet des rochers, se nourrissent de feuilles et d'herbes; et les tribus redoutables de ceux qui ne vivent que de meurtre et de carnage. A ces groupes de quadrupèdes il opposa des groupes d'oiseaux. Chacun de ces êtres lui offrit une physionomie, et reçut de lui un caractère. Il avait peint le ciel, la terre, l'homme, et ses âges, et ses jeux, et ses malheurs, et ses plaisirs; il avait assigné aux divers animaux toutes les nuances des passions. Il avait parlé de tout, et tout parlait de lui. Ainsi quarante années de vie littéraire furent pour M. de Buffon quarante années de gloire; ainsi le bruit de tant d applaudissements étouffa les cris aigus de l'envie, qui s'efforçait d'arrêter son triomphe; ainsi le dix-huitième siècle rendit à Buffon vivant les honneurs de l'immortalité.

M. de Buffon a décrit plus de quatre cents espèces d'animaux; et, dans un si long travail, sa plume ne s'est point fatiguée. L'exposition de la structure et l'énumération des propriétés, par les places qu'elles occupent, servent à reposer la vue, et font ressortir les autres parties de la composition. Les différences des habitudes, des appétits, des mœurs et du climat, offrent des contrastes dont le jeu produit des effets brillants. Des épisodes heureux y répandent de la variété, et diverses moralités y mêlent, comme dans des apologues, des leçons utiles. S'il fallait prouver ce que j'avance, qu'aurais-je, messieurs, à faire de plus que de retracer des lectures qui ont été la source de vos plaisirs? Vous n'avez point oublié avec quelle noblesse, rival de Virgile, M. de Buffon a peint le coursier fougueux, s'animant au bruit des armes, et partageant avec l'homme les fatigues de la guerre et la gloire des combats; avec quelle vigueur il a dessiné le tigre, qui, rassasié de chair, est encore altéré de sang. Comme on est frappé de l'opposition de ce caractère féroce, avec la douceur de la brebis, avec la docilité du chameau, de la vigogne et du renne, auxquels la nature a tout donné pour leurs maîtres; avec la patience du bœuf, qui est le soutien du ménage et la force de l'agriculture! Qui n'a pas remarqué, parmi les oiseaux dont M. de Buffon a décrit les mœurs, le courage franc du faucon, la cruauté lâche du vautour, la sensibilité du serin, la pétulance du moineau, la familiarité du troglodyte, dont le ramage et la gaieté bravent la rigueur de nos hivers, et les douces habitudes de la colombe, qui sait aimer sans partage, et les combats innocents des fauvettes, qui sont l'emblème de l'amour léger? Quelle variété, quelle richesse dans les couleurs avec lesquelles M. de Buffon a peint la robe du zèbre, la fourrure du léopard, la blancheur du cygne, et l'éclatant plumage de l'oiseau-mouche! Comme on s'intéresse à la vue des procédés industrieux de l'éléphant et du castor! Que de majesté dans les épisodes où M. de Buffon compare les terres anciennes et brûlées des déserts de l'Arabie, où tout a cessé de vivre, avec les plaines fangeuses du nouveau continent, qui fourmillent d'insectes, où se traînent d'énormes reptiles, qui sont couvertes d'oiseaux ravisseurs, et où la vie semble naître du sein des eaux! Quoi de plus moral enfin que les réflexions que ces beaux sujets ont dictées? C'est, dit-il (à l'article de l'éléphant), parmi les êtres les plus intelligents et les plus doux, que la nature a choisi le roi des animaux. Mais je m'arrête. En vain j'accumulerais ici les exemples; entouré des richesses que le génie de M. de Buffon a rassemblées, il me serait également impossible de les faire connaître, et de les rappeler toutes dans ce discours. J'ai voulu seulement, pour paraître meilleur, emprunter un instant son langage. J'ai voulu graver sur sa tombe, en ce jour de deuil, quelques-unes de ses pensées; j'ai voulu, messieurs, consacrer ici ma vénération pour sa mémoire, et vous montrer qu'au moins j'ai médité long-temps sur ses écrits.

Lorsque M. de Buffon avait conçu le projet de son ouvrage, il s'était flatté qu'il lui serait possible de l'achever dans son entier. Mais le temps lui manqua; il vit que la chaîne de ses

travaux allait être rompue; il voulut au moins en former le dernier anneau, l'attacher et le joindre au premier.

Les minéraux, à l'étude desquels il a voné la fin de sa carriere, vus sous tous les rapports, sont en opposition avec les êtres animés, qui ont été les sujets de ses premiers tableaux. De toutes parts, dans le premier règne, l'existence se renouvelle et se propage; tout y est vie, mouvement et sensibilité. Ici, c'est au contraire l'empire de la destruction: la terre, observée dans l'épaisseur des couches qui la composent, est jonchée d'ossements; les générations passées y sont confondues; les générations à venir s'y engloutiront encore. Nous-mêmes en ferons partie. Les marbres des palais, les murs des maisons, le sol qui nous soutient, le vêtement qui nous couvre, l'aliment qui nous nourrit, tout ce qui sert à l'homme, est le produit et l'image de la mort.

Ce sont ces grands contrastes que M. de Buffon aimait à saisir; et, lorsque abandonnant à l'un de ses amis, qui s'est montré digne de cette association honorable, mais qui déjà n'est plus, le soin de finir son traité des oiseaux, il se livrait à l'examen des corps que la terre cache en son sein, il y cherchait, on n'en peut douter, de nouveaux sujets à peindre; il voulait considérer et suivre les continuelles métamorphoses de la matière qui vit dans les organes, et qui meurt hors des limites de leur énergie; il voulait dessiner ces grands laboratoires où se préparent la chaux, la craie, la soude et la magnésie au fond du vaste océan; il voulait parler de la nature active, j'ai presque dit des sympathies, de ce métal ami de l'homme, sans lequel nos vaisseaux vogueraient au hasard sur les mers; il voulait décrire l'éclat et la limpidité des pierres précieuses, échappées à ses pinceaux, il voulait montrer l'or suspendu dans les fleuves, dispersé dans les sables, ou caché dans les mines, et se dérobant partout à la cupidité qui le poursuit; il voulait adresser un discours éloquent aux nations sur la nécessité de chercher les richesses, non dans des cavernes profondes, mais sur tant de plaines incultes, qui, livrées au laboureur, produiraient à jamais l'abondance et la santé.

Quelquefois M. de Buffon montedans son talent une confiance qui est l'âme des grandes entreprises. *Voilà*, dit-il, *ce que j'apercevais par la vue de l'esprit;* et il ne trompe point: car, cette vue seule lui a découvert des rapports que d'autres n'ont trouvés qu'à force de veilles et de travaux. Il avait jugé que le diamant était inflammable, parce qu'il y avait reconnu, comme dans les huiles, une réfraction puissante. Ce qu'il a conclu de ses remarques sur l'étendue des glaces australes, Cook l'a confirmé. Lorsqu'il comparait la respiration à l'action d'un feu toujours agissant; lorsqu'il distinguait deux especes de chaleur, l'une lumineuse, et l'autre obscure, lorsque, mécontent du phlogistique de Stahl, il en formait un à sa manière; lorsqu'il créait un soufre; lorsque, pour expliquer la calcination et la réduction des métaux, il avait recours à un agent composé de feu, d'air et de lumière; dans ces différentes théories, il faisait tout ce qu'on peut attendre de l'esprit; il devançait l'observation; il arrivait au but sans avoir passé par les sentiers pénibles de l'expérience; c'est qu'il l'avait vu d'en haut, et qu'il était descendu pour l'atteindre, tandis que d'autres ont à gravir longtemps pour y arriver.

Celui qui a terminé un long ouvrage se repose en y songeant. Ce fut en réfléchissant ainsi sur le grand édifice qui était sorti de ses mains, que M. de Buffon projeta d'en resserrer l'étendue dans des sommaires, où ses observations, rapprochées de ses principes, et mises en action, offriraient toute sa théorie dans un mouvant tableau. A cette vue il en joignit une autre. L'histoire de la nature lui parut devoir comprendre, non-seulement tous les corps, mais aussi toutes les durées et tous les espaces. Par ce qui reste, il espéra qu'il joindrait le présent au passé, et que de ces deux points il se porterait sûrement vers l'avenir. Il réduisit à cinq grands faits tous les phénomènes du mouvement et de la chaleur du globe; de toutes les substances minérales, il forma cinq monuments principaux; et présent à tout, marchant d'une de ces bases vers l'autre, calculant leur ancienneté, mesurant leurs intervalles, il assigna aux révolutions leurs périodes, au monde ses âges, à la nature ses époques.

Qu'il est grand et vaste ce projet de montrer les traces des siècles empreintes depuis le sommet des plus hautes élévations du globe jusqu'au fond des abîmes, soit dans ces massifs que le temps a respectés, soit dans ces couches immenses, formées par les débris des animaux muets et voraces, qui pullulent si abondamment dans les mers, soit dans ces productions dont les eaux ont couvert les montagnes, soit dans ces dépouilles antiques de l'éléphant et de l'hip-

popotame que l'on trouve aujourd'hui sous des terres glacées, soit dans ces excavations profondes, où, parmi tant de métamorphoses, tant de compositions ébauchées, et tant de formes régulières, on prend l'idée de ce que peuvent le temps et le mouvement, et de ce que sont l'éternité et la toute-puissance.

Mille objections ont été faites contre cette composition hardie. Mais que leurs auteurs disent si, lorsqu'ils affectent, par une critique aisée, d'en blâmer les détails, ils ne sont pas forcés à en admirer l'ensemble; si jamais des sujets plus grands ont fixé leur attention; si, quelque part, le génie a plus d'audace et d'abondance. J'oserai pourtant faire un reproche à M. de Buffon. Lorsqu'il peint la lune déjà refroidie, lorsqu'il menace la terre de la perte de sa chaleur et de la destruction de ses habitants, je demande si cette image lugubre et sombre, si cette fin de tout souvenir, de toute pensée, si cet éternel silence, n'offrent pas quelque chose d'effrayant à l'esprit : je demande si le désir des succès et des triomphes, si le dévoûment à l'étude, si le zèle du patriotisme, si la vertu même, qui s'appuie si souvent sur l'amour de la gloire, si toutes ces passions, dont les vœux sont sans limites, n'ont pas besoin d'un avenir sans bornes? Croyons plutôt que les grands noms ne périront jamais; et quels que soient nos plans, ne touchons point aux illusions de l'espérance, sans lesquelles que resterait-il, hélas ! à la triste humanité?

Pendant que M. de Buffon voyait chaque jour à Paris sa réputation s'accroître, un savant méditait à Upsal le projet d'une révolution dans l'étude de la nature. Ce savant avait toutes les qualités nécessaires au succès des grands travaux. Il dévoua tous ses moments à l'observation; l'examen de vingt mille individus suffit à peine à son activité. Il se servit, pour les classer, de méthodes qu'il avait inventées; pour les décrire, d'une langue qui était son ouvrage; pour les nommer, de mots qu'il avait fait revivre, ou que lui-même avait formés. Ses termes furent jugés bizarres; on trouva que son idiome était rude; mais il étonna par la précision de ses phrases; il rangea tous les êtres sous une loi nouvelle. Plein d'enthousiasme, il semblait qu'il eût un culte à établir, et qu'il en fût le prophète. La première de ses formules fut à Dieu, qu'il salua comme le père de la nature. Les suivantes sont aux éléments, à l'homme, aux autres êtres; et chacune d'elles est une énigme d'un grand sens, pour qui veut l'approfondir. Avec tant de savoir et de caractere, Linné s'empara de l'enseignement dans les écoles; il eut les succès d'un grand professeur; M. de Buffon a eu ceux d'un grand philosophe. Plus généreux, Linné aurait trouvé, dans les ouvrages de M. de Buffon, des passages dignes d'être substitués à ceux de Sénèque, dont il a décoré les frontispices de ses divisions. Plus juste, M. de Buffon aurait profité des recherches de ce savant laborieux. Ils vécurent ennemis, parce que chacun d'eux regarda l'autre comme pouvant porter quelque atteinte à sa gloire. Aujourd'hui que l'on voit combien ces craintes étaient vaines, qu'il me soit permis, à moi, leur admirateur et leur panégyriste, de rapprocher, de réconcilier ici leurs noms, sûr qu'ils ne me désavoueraient pas eux-mêmes, s'ils pouvaient être rendus au siècle qui les regrette et qu'ils ont tant illustré.

Pour trouver des modèles auxquels M. de Buffon ressemble, c'est parmi les anciens qu'il faut les chercher. Platon, Aristote et Pline, voilà les hommes auxquels il faut qu'on le compare. Lorsqu'il traite des facultés de l'âme, de la vie, de ses éléments, et des moules qui les forment, brillant, élevé, mais subtil, c'est Platon dissertant à l'Académie; lorsqu'il recherche quels sont les phénomènes des animaux, fécond, mais exact, c'est Aristote enseignant au Lycée; lorsqu'on lit ses discours, c'est Pline écrivant ses éloquents préambules. Aristote a parlé des animaux avec l'élégante simplicité que les Grecs ont portée dans toutes les productions de l'esprit. Sa vue ne se borna point à la surface, elle pénétra dans l'intérieur, où il examina les organes. Aussi ce ne sont point les individus, mais les propriétés générales des êtres qu'il considère. Ses nombreuses observations ne se montrent point comme des détails, elles lui servent toujours de preuve ou d'exemple. Ses caractères sont évidents, ses divisions sont naturelles, son style est serré, son discours est plein; avant lui nulle règle n'était tracée; après lui nulle méthode n'a surpassé la sienne; on a fait plus, mais on n'a pas fait mieux; et le précepteur d'Alexandre sera longtemps encore celui de la postérité. Pline suivit un autre plan, et mérita d'autres louanges; comme tous les orateurs et les poëtes latins, il rechercha les ornements et la pompe dans le discours. Ses écrits contiennent, non

l'examen, mais le récit de ce que l'on savait de son temps. Il traite de toutes les substances, il révèle tous les secrets des arts; tout y est indiqué, sans que rien y soit approfondi : aussi l'on en tire souvent des citations, et jamais des principes. Les erreurs que l'on y trouve ne sont point à lui; il ne les adopte point, il les raconte; mais les véritables beautés, qui sont celles du style, lui appartiennent. Ce sont au reste moins les mœurs des animaux que celles des Romains qu'il expose. Vertueux ami de Titus, mais effrayé par les règnes de Tibère et de Néron, une teinte de mélancolie se mêle à ses tableaux; chacun de ses livres reproche à la nature le malheur de l'homme, et partout il respire, comme Tacite, la crainte et l'horreur des tyrans. M. de Buffon, qui a vécu dans des temps calmes, regarde au contraire la vie comme un bienfait; il applique aussi les vérités physiques à la morale, mais c'est toujours pour consoler; il est orné comme Pline; mais, comme Aristote, il recherche, il invente, souvent il va de l'effet à la cause, ce qui est la marche de la science, et il place l'homme au centre de ses descriptions. Il parle d'Aristote avec respect, de Platon avec étonnement, de Pline avec éloge; les moindres passages d'Aristote lui paraissent dignes de son attention; il en examine le sens, il les discute, il s'honore d'en être l'interprete et le commentateur. Il traite Pline avec moins de ménagement; il le critique avec moins d'égards. Platon, Aristote et Buffon n'ont point, comme Pline, recueilli les opinions des autres; ils ont répandu les leurs. Platon et Aristote ont imaginé, comme le philosophe français, sur les mouvements des cieux et sur la reproduction des êtres, des systèmes qui ont domiué longtemps. Ceux de M. de Buffon ont fait moins de fortune, parce qu'ils ont paru dans un siècle plus éclairé. Si l'on compare Aristote à Pline, on voit combien la Grèce était plus savante que l'Italie : en lisant M. de Buffon, l'on apprend tout ce que les connaissances physiques ont fait de progrès parmi nous; ils ont tous excellé dans l'art de penser et dans l'art d'écrire. Les Athéniens écoutaient Platon avec délices; Aristote dicta des lois à tout l'empire des lettres; rival de Quintilien, Pline écrivit sur la grammaire et sur les talents de l'orateur. M. de Buffon vous offrit, messieurs, à la fois le précepte et l'exemple. On cherchera dans ses écrits les richesses de notre langage, comme nous étudions dans Pline celles de la langue des Romains. Les savants, les professeurs étudient Aristote; les philosophes, les théologiens lisent Platon; les orateurs, les historiens, les curieux, les gens du monde préfèrent Pline. La lecture des écrits de M. de Buffon convient à tous; seul, il vaut mieux que Pline; avec M. Daubenton, son illustre compétiteur, il a été plus loin qu'Aristote. Heureux accord de deux âmes dont l'union a fait la force, et dont les trésors étaient communs; rare assemblage de toutes les qualités requises pour observer, décrire et peindre la nature; phénomène honorable aux lettres, dont les siècles passés n'offrent point d'exemple, et dont il faut que les hommes gardent longtemps le souvenir!

S'il m'était permis de suivre ici M. de Buffon dans la carrière des sciences physiques, nous l'y retrouverions avec cet amour du grand qui le distingue. Pour estimer la force et la durée des bois, il a soumis des forêts entières à ses recherches. Pour obtenir des résultats nouveaux sur les progrès de la chaleur, il a placé d'énormes globes de métal dans des fourneaux immenses. Pour résoudre quelques problèmes sur l'action du feu, il a opéré sur des torrents de flamme et de fumée. Il s'est appliqué à la solution des questions les plus importantes à la fonte des grandes pièces d'artillerie; disons aussi qu'il s'est efforcé de donner plus de perfection aux fers de charrue, travail vraiment digne que la philosophie le consacre à l'humanité. Enfin, en réunissant les foyers de plusieurs miroirs en un seul, il a inventé l'art qu'employèrent Proclus et Archimède pour embraser au loin des vaisseaux. On doit surtout le louer de n'avoir pas, comme Descartes, refusé d'y croire. Tout ce qui était grand et beau lui paraissait devoir être tenté, et il n'y avait d'impossible pour lui que les petites entreprises et les travaux obscurs, qui sont sans gloire comme sans obstacles.

M. de Buffon fut grand dans l'aveu de ses fautes; il les a relevées dans ses suppléments avec autant de modestie que de franchise, et il a montré par là tout ce que pouvait sur lui la force de la vérité.

Il s'était permis de plaisanter sur une lettre dont il ignorait alors que M. de Voltaire fût l'auteur. Aussitôt qu'il l'eut appris, il déclara qu'il regrettait d'avoir traité légèrement une des productions de ce grand homme; et il joignit à cette conduite généreuse un procédé délicat, en

répondant avec beaucoup d'étendue aux faibles objections de M. de Voltaire, que les naturalistes n'ont pas même jugées dignes de trouver place dans leurs écrits.

Pour savoir tout ce que vaut M. de Buffon, il faut, messieurs, l'avoir lu tout entier. Pourrais-je ne pas vous le rappeler encore, lorsque dans sa réponse à M. de la Condamine, il le peignit voyageant *sur ces monts sourcilleux que couvrent des glaces éternelles, dans ces vastes solitudes où la nature, accoutumée au plus profond silence, dut être étonnée de s'entendre interroger pour la première fois!* L'auditoire fut frappé de cette grande image, et demeura pendant quelques instants dans le recueillement avant que d'applaudir.

Si, après avoir admiré M. de Buffon dans toutes les parties de ses ouvrages, nous comparions les grands écrivains dont notre siècle s'honore, avec ceux par qui les siècles précédents furent illustrés, nous verrions comment la culture des sciences a influé sur l'art oratoire, en lui fournissant des objets et des moyens nouveaux. Ce qui distingue les écrivains philosophes, parmi lesquels celui que nous regrettons s'est acquis tant de gloire, c'est qu'ils ont trouvé, dans la nature même, des sujets dont les beautés seront éternelles; c'est qu'ils n'ont montré les progrès de l'esprit que par ceux de la raison, qu'ils ne se sont servis de l'imagination qu'autant qu'il fallait pour donner des charmes à l'étude; c'est qu'avançant toujours et se perfectionnant sans cesse, on ne sait ni à quelle hauteur s'élèveront leurs pensées, ni quels espaces embrassera leur vue, ni quels effets produiront un jour la découverte de tant de vérités et l'abjuration de tant d'erreurs.

Pour suffire à d'aussi grands travaux, il a fallu de grands talents, de longues années, et beaucoup de repos. A Montbard, au milieu d'un jardin orné, s'élève une tour antique : c'est là que M. de Buffon a écrit l'histoire de la nature; c'est de là que sa renommée s'est répandue dans l'univers. Il y venait au lever du soleil, et nul importun n'avait le droit de l'y troubler. Le calme du matin, les premiers chants des oiseaux, l'aspect varié des campagnes, tout ce qui frappait ses sens, le rappelait à son modèle. Libre, indépendant, il errait dans les allées; il précipitait, il modérait, il suspendait sa marche, tantôt la tête vers le ciel, dans le mouvement de l'inspiration et satisfait de sa pensée; tantôt recueilli, cherchant, ne trouvant pas, ou prêt à produire; il écrivait, il effaçait, il écrivait de nouveau pour effacer encore; rassemblant, accordant avec le même soin, le même goût, le même art, toutes les parties du discours, il le prononçait à diverses reprises, se corrigeant à chaque fois; et content enfin de ses efforts, il le déclamait de nouveau pour lui-même, pour son plaisir, et comme pour se dédommager de ses peines. Tant de fois repétée, sa belle prose, comme de beaux vers, se gravait dans sa mémoire; il la récitait à ses amis; il les engageait à la lire eux-mêmes à haute voix en sa présence; alors il l'écoutait en juge sévère, et il la travaillait sans relâche, voulant s'élever à la perfection que l'écrivain impatient ne pourra jamais atteindre.

Ce que je peins faiblement, plusieurs en ont été témoins. Une telle physionomie, des cheveux blancs, des attitudes nobles, rendaient ce spectacle imposant et magnifique; car s'il y a quelque chose au-dessus des productions du génie, ce ne peut être que le génie lui-même, lorsqu'il compose, lorsqu'il crée, et que dans ses mouvements sublimes il se rapproche, autant qu'il se peut, de la Divinité.

Voila bien des titres de gloire. Quand ils seraient tous anéantis, M. de Buffon ne demeurerait pas sans éloge. Parmi les monuments dont la capitale s'honore, il en est un que la munificence des rois consacre à la nature, où les productions de tous les règnes sont réunies, où les minéraux de la Suède et ceux du Potose, où le renne et l'éléphant, le pingoin et le kamichi sont étonnés de se trouver ensemble; c'est M. de Buffon qui a fait ces miracles; c'est lui qui, riche des tributs offerts à sa renommée par les souverains, par les savants, par tous les naturalistes du monde, porta ces offrandes dans les cabinets confiés à ses soins. Il y avait porté les plantes que Tournefort et Vaillant avaient recueillies et conservées; mais aujourd'hui ce que les fouilles les plus profondes et les voyages les plus étendus ont découvert de plus curieux et de plus rare, s'y montre rangé dans un petit espace. L'on y remarque surtout ces peuples de quadrupèdes et d'oiseaux qu'il a si bien peints; et, se rappelant comment il en a parlé, chacun les considère avec un plaisir mêlé de reconnaissance. Tout est plein de lui dans ce temple, où il assista, pour ainsi dire, à son apothéose; à l'entrée, sa statue, que lui seul fut étonné d'y voir, atteste la vénération de sa patrie, qui, tant de fois

injuste envers ses grands hommes, ne laissa, pour la gloire de M. de Buffon, rien à faire à la postérité.

La même magnificence se déploie dans les jardins. L'école, l'amphithéâtre, les serres, les végétaux, l'enceinte elle-même, tout y est renouvelé, tout s'y est étendu, tout y porte l'empreinte de ce grand caractère, qui, repoussant les limites, ne se plut jamais que dans les grands espaces et au milieu des grandes conceptions. Des collines, des vallées artificielles, des terrains de diverse nature, des chaleurs de tous les degrés y servent à la culture des plantes de tous les pays. Tant de richesses et de variété rappellent l'idée de ces monts fameux de l'Asie, dont la cime est glacée, tandis que les vallons situés à la base sont brûlants, et sur lesquels les températures et les productions de tous les climats sont rassemblées.

Une mort douloureuse et lente a terminé cette belle vie. A de grandes souffrances M. de Buffon opposa un grand courage. Pendant de longues insomnies, il se félicitait d'avoir conservé cette force de tête, qui, après avoir été la source de ses inspirations, l'entretenait encore des grands objets de la nature. Il vécut tout entier jusqu'au moment où nous le perdîmes. Vous vous souvenez, messieurs, de la pompe de ses funérailles; vous y avez assisté avec les députés des autres académies, avec tous les amis des lettres et des arts, avec ce cortége innombrable de personnes de tous les rangs, de tous les états, qui suivaient en deuil au milieu d'une foule immense et consternée. Un murmure de louanges et de regrets rompait quelquefois le silence de l'assemblée. Le temple vers lequel on marchait ne put contenir cette nombreuse famille d'un grand homme. Les portiques, les avenues, demeurèrent remplis; et, tandis que l'on chantait l'hymne funèbre, ces discours, ces regrets, ces épanchements de tous les cœurs, ne furent point interrompus. Enfin, en se séparant, triste de voir le siècle s'appauvrir, chacun formait des vœux pour que tant de respects rendus au génie fissent germer de nouveaux talents, et préparassent une génération digne de succéder à celle dont on trouve parmi vous, messieurs, les titres et les exemples.

J'ai parlé des beautés du style et de l'étendue du savoir de M. de Buffon. Que ne peut s'élever ici, messieurs, pour peindre dignement ses qualités et ses vertus, et pour ajouter beaucoup à vos regrets, la voix des personnes respectables dont il s'était environné! que ne peut surtout se faire entendre la voix éloquente d'une vertueuse amie, dont les tendres consolations, dont les soins affectueux, elle me permettra de dire, dont les hommages ont suivi cet homme illustre jusqu'au tombeau! Elle peindrait l'heureuse alliance de la bonté du cœur et de la simplicité du caractère avec toutes les puissances de l'esprit! elle peindrait la résignation d'un philosophe souffrant et mourant sans plainte et sans murmure! Cette excellente amie a été témoin de ses derniers efforts; elle a reçu ses derniers adieux; elle a recueilli ses dernières pensées. Qui mérita mieux qu'elle d'être dépositaire des dernières méditations du génie? Que ne peut encore s'élever ici la voix imposante d'un illustre ami de ce grand homme, de cet administrateur qui tantôt, dans la retraite, éclaire les peuples par ses ouvrages, et tantôt, dans l'activité du ministère, les rassure par sa présence et les conduit par sa sagesse! Des sentiments communs d'admiration, d'estime et d'amitié, rapprochaient ces trois âmes sublimes. Que de douceurs, que de charmes dans leur union! Étudier la nature et les hommes, les gouverner et les instruire, leur faire du bien et se cacher, exciter leur enthousiasme et leur amour; ce sont presque les mêmes soins, les mêmes pensées; ce sont des travaux et des vertus qui se ressemblent.

Avec quelle joie M. de Buffon aurait vu cet ami, ce grand ministre, rendu par le meilleur des rois aux vœux de tous, au moment où les représentants du plus généreux des peuples vont traiter la grande affaire du salut de l'état; à la veille de ces grands jours où doit s'opérer la régénération solennelle du corps politique; où, de l'union, naîtront l'amour et la force; où le père de la patrie recueillera ces fruits si doux de sa bienfaisance, de sa modération et de sa justice; où son auguste compagne, mère sensible et tendre, si profondément occupée des soins qu'elle ne cesse de prodiguer à ses enfants, verra se préparer pour eux, avec la prospérité commune, la gloire et le bonheur! Dans cette époque, la plus intéressante de notre histoire, qui peindra Louis XVI protégeant la liberté près de son trône, comme il l'a défendue au delà des mers; se plaisant à s'entourer de ses sujets; chef d'une nation éclairée, et régnant sur un peuple de citoyens; roi par la naissance, mais de plus, par la bonté de son cœur et par sa sa-

gesse, le bienfaiteur de ses peuples et le restaurateur de ses états?

Qu'il m'est doux, messieurs, de pouvoir réunir tant de justes hommages à celui de la reconnaissance que je vous dois! L'Académie française, fondée par un roi qui fut lui-même un grand homme, forme une république riche de tant de moissons de gloire, fameuse par tant de conquêtes, et si célèbre par vos propres travaux, que peu de personnes sont dignes d'être admises à partager avec vous un héritage transmis par tant d'aieux illustres; mais voulant embrasser, dans toute son étendue, le champ de la pensée, vous appelez à vous des colonies composées d'hommes laborieux dont vous éclairez le zèle, dont vous dirigez les travaux, et parmi lesquels j'ai osé former le vœu d'être placé. Ils vous apportent ce que le langage des sciences et des arts contient d'utile aux progrès des lettres; et ce concert de tant de voix, dont chacune révèle quelques-uns des secrets du grand art qui préside à la culture de l'esprit, est un des plus beaux monuments que notre siècle puisse offrir à l'admiration de la postérité.

RÉPONSE

DE M. DE SAINT-LAMBERT,

DIRECTEUR DE L'ACADÉMIE,

AU DISCOURS DE M. VICQ D'AZYR.

Monsieur,

Il y a longtemps que l'Académie s'honore par les hommages qu'elle aime à rendre aux talents qu'elle ne possède pas, et aux travaux qui lui sont étrangers; elle sait quelles qualités sont nécessaires à ceux qui se consacrent à la recherche de la vérité, et que, dans tous les genres, il n'y a qu'une raison supérieure qui puisse apporter de nouvelles lumières à la raison universelle.

Dans le siècle passé, où l'art était arrivé à sa perfection, mais où la science avait encore tant de pas à faire, il s'était élevé entre l'un et l'autre des barrières qu'on n'essayait pas de franchir. Des asiles séparés étaient destinés à ceux qui étudiaient la nature, et à ceux qui voulaient la peindre; on ne passait pas de l'un à l'autre. Les grands artistes qui devaient la connaissance approfondie des arts au philosophe de Stagire, ne se doutaient pas encore de toutes les obligations qu'ils auraient un jour à la philosophie.

Le sage Fontenelle, qui heureusement ne s'était annoncé que par des talents agréables, prêta des charmes à quelques parties des sciences; il en inspira le goût aux lecteurs même les plus frivoles, et bientôt, citoyen de deux républiques opposées, il en rapprocha les esprits; il apprit aux uns et aux autres à réunir leurs richesses différentes. La connaissance de la nature devint, pour la poésie, une source de beautés nouvelles. L'auteur de la Henriade orna ce poëme philosophique, et plusieurs de ses ouvrages, des découvertes de Newton. Les sociétés savantes perdirent quelque chose de leur ancienne austérité; il régna dans leurs écrits une éloquence noble, simple, et modeste, comme doit être celle des hommes qui ne veulent parler qu'à la raison. Enfin, l'auteur de la préface immortelle de l'Encyclopédie, l'auteur de l'Histoire naturelle, décorèrent de leurs noms la liste de l'Académie, et le génie des arts fut flatté de s'asseoir à côté du génie qui avait enrichi son siècle de nouvelles vérités.

Vous avez, monsieur, fait faire des progrès à une science qui, dans tous les pays et dans tous les âges, a rencontré plus d'obstacles que d'encouragements. L'homme veut vivre, et vivre heureux. Pour prévenir ou soulager les maux auxquels sa faible machine est condamnée, pour prévenir ou consoler les chagrins qu'il doit aux passions vicieuses ou trop exaltées, l'étude de l'homme physique et moral devrait être la plus assidue de ses études. Il semble que ceux qui ont sur nous quelque empire devraient nous répéter sans cesse ces mots de l'oracle de Delphes: *connais-toi*. Cependant les préjugés de toute espèce se sont opposés longtemps à cette connaissance; et ce que la superstition et l'autorité ont peut-être le plus défendu à l'homme, c'est de se connaître.

L'ancienne et la moderne Asie ont porté jusqu'au culte le respect pour les morts. Chez les Grecs, négliger de les inhumer était un crime quelquefois puni par la perte de la vie. Il y a encore des sectes religieuses où les prêtres, qui veulent conserver du moins l'empire des tombeaux, en défendent l'entrée à l'anatomie. Ce n'est même que depuis quelques siècles qu'on lui abandonne les cadavres de deux espèces d'hommes qui, à la vérité, ne sont pas rares dans nos sociétés mal ordonnées, des criminels et des misérables.

Quel est donc cet instinct mal raisonné qui nous attache si fortement aux restes inanimés de notre être? Et pourquoi la société n'encourage-t-elle pas une science dont la nature a rendu l'étude rebutante?

Ces membres flétris et livides qu'il faut observer de si près, et si longtemps, blessent cruellement nos sens; il faut vaincre le dégoût qu'ils nous donnent; et cette victoire, difficile à tous les hommes, est pour quelques-uns d'eux impossible.

Veut-on interroger, dans les animaux, la nature vivante? Ces êtres, qui sont souvent les victimes de notre intérêt ou de notre amusement, et qui alors ne nous inspirent qu'une faible pitié, nous font éprouver une pitié déchirante lorsqu'il faut diviser leurs membres sensibles, entendre leurs gémissements continus, voir tous leurs mouvements exprimer la plainte, et cependant prolonger et ranimer leurs douleurs.

Quelle passion peut donc surmonter des émotions si terribles? Cette curiosité qui, dans les hordes sauvages, fait chercher à l'homme quelques connaissances utiles à sa conservation, et qui, dans les sociétés policées, fait chercher à un petit nombre d'hommes des vérités qui seront utiles à tous les siècles.

Cet amour de la vérité, ce besoin irrésistible de la découvrir, est la passion dominante des vrais philosophes; elle s'empare de leur âme; elle change ou dirige leur caractère; elle fait taire les autres passions, et même ce désir vague de la renommée, ce besoin d'occuper de soi l'âge présent, qui a si souvent écarté l'homme des routes de la raison et de la vertu.

C'est cette passion, monsieur, qui vous a conduit dans vos travaux.

Vous êtes peut-être celui des anatomistes qui a le plus comparé l'homme avec lui-même, c'est-à-dire ce qu'il est dans ses différents âges. Vous avez fait une étude heureuse de plusieurs des organes de nos sens. Personne n'avait vu aussi bien que vous cette correspondance établie par la nature entre ces organes extérieurs, qui sont les instruments de l'âme, et ces organes intérieurs, qui sont le principe de la sensibilité et de la vie.

Vous avez découvert, dans plusieurs espèces d'animaux, des muscles, des ressorts inconnus avant vous. Les bornes que je dois prescrire à ce discours ne me permettent pas de m'étendre sur tous les succès de vos recherches ingénieuses, et j'y ai regret; l'exposition de ses découvertes est l'éloge du philosophe, comme le récit de ses actions est l'éloge de l'homme de bien. Mais vos découvertes, monsieur, déjà si connues des savants, seront déposées dans le beau monument que vous érigez à la science de l'anatomie. C'est avec le même regret que je ne dis rien des excellents articles dont vous avez enrichi l'Encyclopédie, et de plusieurs mémoires sur différentes parties de l'Histoire naturelle, qui, avant l'âge de 23 ans, vous avaient mérité une place à l'Académie des Sciences.

Le désir d'être utile, qui s'est allié en vous à l'amour de la vérité, pour vous soutenir dans vos travaux, les a quelquefois interrompus; vous avez employé une partie de votre temps à faire des démarches et des écrits pour hâter l'établissement de la Société Royale de médecine. Le projet que vous proposiez, de concert avec M. de Lassone, fut adopté promptement par un ministre dont le génie, les connaissances immenses, toutes les actions, toutes les pensées, tous les vœux n'ont eu qu'un but, le bonheur de sa patrie et du monde.

Il savait que donner aux hommes la facilité de se communiquer leurs idées, c'est hâter dans tous les genres la marche de l'esprit humain. La correspondance de la Société Royale avec les plus habiles médecins de l'Europe a fait mieux connaître les influences que pouvaient avoir sur la santé l'air que nous respirons, le sol que nous cultivons, nos aliments, les différents emplois de notre vie. Elle a éclairé sur les symptômes, la marche, les retours de plusieurs maladies; elle apprit à démasquer l'empirisme le plus artificieux; enfin cette science, à qui la pusillanimité infirme demande trop, à qui l'ignorance robuste refuse tout, a fait des progrès comme toutes les autres sciences; elle ne nous promet plus de miracles, elle a augmenté le nombre de ses secours, elle sait mieux qu'elle ne le savait autrefois nous servir, se défier d'elle-même, et, quand il le faut, nous livrer à la nature.

Quel autre que celui qui avait eu tant de part à l'établissement de la Société Royale, quel autre que celui dont le public aimait la manière d'écrire et respectait les connaissances, devait être le secrétaire de cette nouvelle académie? Les acclamations de ceux qui allaient vous entendre dans les salles où vous avez longtemps honoré la place de professeur, ces acclamations vous ap-

pelaient à une place où il faut réunir le double mérite des lumières et de l'éloquence.

Il n'est pas permis à celui qui est chargé de faire l'extrait des savants ouvrages de ses confrères, de n'avoir que des connaissances superficielles; c'est un juge et un juge favorable; il faut que sa justice et sa bienveillance soient éclairées. Les savants écrivent souvent pour leurs égaux. L'auteur d'un extrait écrit toujours pour le public; il doit, en abrégeant, rendre plus évidentes les vérités et les erreurs; on exige qu'il répande un grand jour sur un espace borné, qu'il épargne le temps aux hommes instruits, et une attention pénible à ceux qui veulent s'instruire.

La place de secrétaire des sociétés savantes impose encore un genre d'ouvrage que Fontenelle a porté à sa perfection; ce sont les éloges historiques : l'auteur est un philosophe qui raconte, et non pas un orateur qui veut émouvoir; toute exagération lui est défendue; on lui demande des détails choisis et de la vérité; on veut qu'il dessine correctement ses personnages, et non qu'il les peigne avec des couleurs vives et brillantes : mais plus il s'interdit les figures et les mouvements de l'art oratoire, plus il doit se parer de toutes les richesses de la raison. Il faut qu'on remarque la justesse et la nouveauté de ses pensées plus que le bonheur de ses expressions : enfin les réflexions sont le genre d'ornements qui lui est permis, et, comme tous les ornements, elles ne doivent pas être prodiguées; il doit savoir analyser les esprits et connaître le cœur humain. Le lecteur aime à trouver dans ces vies abrégées le caractère des savants et le degré d'estime qui leur est dû; il veut vivre un moment avec eux, et voir quelles passions ont étendu ou borné leurs talents. Voilà, monsieur, une partie du mérite des éloges de l'illustre secrétaire actuel de l'Académie des Sciences et des vôtres.

Vos éloges sont aussi l'histoire de la science et des progrès qu'elle a faits de nos jours. Ce qui la caractérise dans ce siècle, c'est d'avoir perfectionné les instruments dont elle peut faire usage; c'est d'en avoir inventé de nouveaux; c'est d'avoir créé des agents, sans lesquels l'industrie et la curiosité humaine auraient des bornes trop resserrées : c'est avec les secours de ces instruments qu'elle a découvert un nouvel astre planétaire, et mieux connu les autres; c'est par un art tout nouveau qu'elle a donné un nouveau degré d'intensité au froid et à la chaleur. Le diamant s'évapore, le mercure est glacé, la foudre est enlevée à la nue; enfin c'est par des agents de son invention que la doctrine des quatre éléments est reconnue une erreur : l'homme les divise, les réunit et les change.

L'empire de la science n'est plus un vaste désert où l'on trouvait quelques sentiers pénibles, marqués par les pas des géants; c'est un pays cultivé, semé de toutes parts de routes faciles qui conduisent de l'une à l'autre, et que les habitants peuvent parcourir sans fatigue. Dans les siècles à venir, ceux qui reculeront les limites de cet empire seront peut-être des hommes moins extraordinaires que leurs prédécesseurs. Avec le secours des agents nouveaux, des instruments perfectionnés, quiconque observera la nature verra tomber quelques-uns de ses voiles.

Eh! sans cette réflexion, pourrait-on se consoler de la perte des grands hommes tels que celui que regrettent nos Académies, la France, et l'Europe entière? M. de Buffon est un de ces génies rares, que toutes les sortes d'esprit peuvent admirer. L'analyse éloquente que vous venez de faire de ses ouvrages me dispense d'en parler avec quelque étendue; mais qu'il me soit permis de m'arrêter un moment sur le genre de philosophie et de beautés qui en font le caractère.

Après avoir vu tout ce qu'avaient écrit les naturalistes anciens et modernes, après avoir fait lui-même beaucoup d'expériences, après avoir médité longtemps sur une multitude de faits isolés, M. de Buffon en saisit les rapports, s'éleva à des idées générales, et donna la théorie de la terre; elle fut suivie de l'histoire de l'homme et des animaux, et il enrichit partout cet ouvrage de grandes vues et des vérités de la philosophie. Dans la peinture de l'enfance, il expose la manière dont nous recevons nos idées, l'origine de nos passions, de notre raison; et son style, noble et touchant, jette sur la description de ce premier âge l'intérêt le plus doux et le plus tendre.

Peint-il la révolution qui se fait à l'âge de la puberté dans notre organisation? il n'oublie pas celle qui se fait dans le caractère; l'âme est changée avec les organes : la peinture de ce moment est vive et animée; la philosophie y répand la décence.

L'homme jouit de ses forces physiques et de sa raison; ses passions et ses muscles ont leur

énergie ; et M. de Buffon peint cet âge viril avec les lumières d'un philosophe profond dans la connaissance du cœur humain.

Enfin, après une durée que le chagrin abrége presque toujours, l'homme éprouve des pertes physiques et morales ; et le tableau de sa décadence est un de ceux où il y a le plus d'idées fines, neuves et consolantes.

Cet homme que vous avez vu dans tous les âges, on vous le montre dans tous les climats; vous aimez à le suivre sous les zones torride, glacées, tempérées, et à voir le ciel qui l'environne, le sol qui le nourrit, déterminant sa couleur, ses traits, ses habitudes, sans cependant altérer ses penchants qui sont partout les mêmes, et que la philosophie et les lois peuvent diriger vers le bonheur de l'espèce entière.

Vous trouverez dans tous ces tableaux la couleur propre au sujet, et ce mérite se fait plus remarquer encore dans d'autres parties de l'Histoire naturelle.

Quelle simplicité noble et touchante dans les descriptions de ces animaux, compagnons sensibles de nos travaux, de nos jeux, et de nos dangers! M. de Buffon nous inspire pour eux une reconnaissance mêlée d'une sorte d estime, et je ne sais quoi de tendre que l'égoïsme lui-même ne se défend pas toujours d'éprouver.

Quelle énergie facile et sublime dans le tableau de ce tigre odieux à tous les êtres, ne voyant que sa proie dans tout ce qui respire, et ne jouissant du sentiment de ses forces que par l'étendue de ses ravages!

Le style de M. de Buffon a plus de grandeur et de majesté dans la description du lion, que la nécessité force à la guerre; mais ennemi sans fraude, pardonnant souvent à la faiblesse, et quelquefois martyr de la reconnaissance.

On relit, on médite la description de cet animal si puissant et si ingénieux, qui entend nos langages, qui conçoit l'ordre de nos sociétés et en distingue les rangs, qui montre même l'idée et le sentiment de la justice : le style de cette description n'est point élevé, il est élégant et simple, c'est le portrait d'un sage.

Celui qui a dessiné avec des traits si fiers et si sublimes le lion et le tigre, est-il le même qui a peint avec des traits si doux et des couleurs si aimables la beauté et la grâce de la gazelle, le retour du printemps et de l'amour, le chant de la fauvette et les caresses de la colombe ?

Dans ces descriptions, M. de Buffon saisit toujours ce qu'il y a de plus particulier dans le caractère des animaux; il le fait ressortir, et chacun de ses portraits a de la physionomie; il y mêle toujours quelque allusion à l'homme; et l'homme, qui se cherche dans tout, lit avec plus d'intérêt l'histoire de ces êtres, dans lesquels il retrouve ses passions, ses qualités et ses faiblesses.

M. de Buffon explique l'origine physique des idées, des sentiments, de la mémoire, de l'imagination des animaux, avec la même philosophie qu'il a montrée dans l'histoire de l'homme; c'est à la perfection d'un sens, ou à l'imperfection d'un autre, qu'il attribue, autant qu'à l'organisation, leur genre de vie, leur caractère, le degré et l'espèce de leur intelligence. Après quelques pages d'une métaphysique digne de Locke ou de Condillac, il tombe quelquefois dans des contradictions et des obscurités. Souvenons-nous que, depuis la mort de Socrate, les philosophes de la Grèce se sont enveloppés des ténèbres de la double doctrine, et que celui qui a égalé leur génie a pu imiter leur prudence.

S'il excelle dans la description des animaux, il n'est pas moins admirable lorsqu'il peint la surface de la terre. Jamais l'éloquence descriptive n'a été plus loin que dans les deux vues de la nature ; c'est le spectacle le plus magnifique que l'imagination, s'appuyant sur la philosophie, ait présenté à l'esprit humain. Lucrèce et Milton n'auraient pas fait une plus belle et plus riche description, et ils n'y auraient pas mis autant de philosophie. Là le grand art du peintre n'est que le choix des circonstances et l'ordre dans lequel elles sont placées; ce sont toujours de grandes choses exposées avec simplicité : tous les détails sont grands, l'ensemble est sublime; l'envie a voulu y voir de la parure, il n'y a que de la beauté.

Celui qui le premier avait porté de grandes vues et des idées générales dans l'histoire naturelle, celui qui avait retrouvé le miroir d'Archimède, et fait une foule d'heureuses expériences, celui qui avait fait plusieurs découvertes qu'il devait à sa sagacité plus qu'à ses études assidues, a été bien excusable d'avoir porté trop loin le talent de généraliser, et d'avoir eu quelquefois un sentiment exagéré des forces de l'esprit humain. Ce génie actif et puissant devait se trouver trop resserré dans les bornes que la nature nous a prescrites. Il fallait un nouveau monde à ce nouvel Alexandre. Rapide dans ses

idées, prompt dans ses vastes combinaisons, impatient de connaître, pouvait-il toujours s'asservir à la marche lente et sûre de la sage philosophie?

Pardonnons-lui de s'être élancé d'un vol au sommet de la montagne vers lequel tant d'autres se contentent de gravir. C'est de là que, portant ses regards dans un espace immense, il a vu la nature créer, développer, perfectionner, altérer, détruire et renouveler les êtres; il l'a comparée avec elle-même, il a vu ses desseins et a cru voir les moyens qu'elle emploie. De la hauteur où il s'était placé, cherchant à découvrir les causes de l'état du globe, les propriétés premières, et les métamorphoses des substances qui le composent ou qui l'habitent, il s'est précipité dans cet abîme des temps, dont aucune tradition ne révèle les phénomènes, où le génie n'a pour guide que des analogies incertaines et ne peut former que de spécieuses conjectures.

Sans doute la doctrine de la formation des planètes et de la génération des êtres animés sera citée au tribunal de la raison; mais elle y sera citée avec les erreurs des grands hommes. Les idées éternelles de Platon, les tourbillons de Descartes, les monades de Leibnitz, tant d'autres moyens d'expliquer toutes les origines, tous les mouvements, toutes les formes, n'ont point altéré le respect qu'on a conservé pour leurs inventeurs, parce que leurs brillantes hypothèses ont prouvé la force de leur imagination et celle de leur raisonnement.

Nous pouvons refuser d'adopter les systèmes de M. de Buffon; mais soyons justes sur la manière dont il les expose et dont il les défend; il ne les enveloppe d'aucun nuage; il est impossible de les présenter avec plus de modestie. Il ne les donne d'abord que comme des suppositions. Il commence par les appuyer des preuves les plus faibles; de plus spécieuses succéderont bientôt; il en arrivera de plus puissantes, il les environne de vérité : toutes se lient, se fortifient l'une par l'autre; la dialectique est parfaite, le style est toujours majestueux, clair et facile, c'est celui que la raison pourrait choisir pour parler aux hommes avec autorité.

Quelque degré de vraisemblance que le génie de M. de Buffon ait pu prêter à ces systèmes, gardons-nous de croire qu'ils inspirent aujourd'hui une aveugle confiance; nous ne sommes plus au temps où les erreurs se propageaient sous les auspices d'un grand homme. Toutes les opinions sont discutées; on distingue dans un système ce qu'il y a de vrai ou de faux; si l'expérience ne le soutient pas, sa faiblesse est reconnue, et on a pu la reconnaître sans acquérir de nouvelles lumières. Rendons grâce aux hommes de génie qui ont imprimé du mouvement à leur siècle; pardonnons-leur des illusions, lorsqu'en s'écartant de la vérité ils ont augmenté le désir de s'occuper d'elle. M. de Buffon a inspiré une nouvelle ardeur pour toutes les sciences qui tiennent à l'étude de la nature, il a rendu plus commun le plaisir de la contempler et celui d'en jouir; il nous a fait partager son enthousiasme pour elle : nous la regardons aujourd'hui avec les yeux attentifs ou charmés du philosophe ou du poete; nous lui découvrons de nouvelles beautés, quelque chose de plus majestueux : nous lui arrachons tous les jours quelques secrets, dont nous nous flattons de faire usage.

M. de Buffon a été comblé des faveurs de la renommée; on peut le compter dans le petit nombre des hommes qui ont reçu de leur siècle le tribut d'estime et de reconnaissance qu'ils avaient mérité. S'il eût cultivé un autre genre de philosophie, peut-etre aurait-il été moins heureux. On aime à se délivrer de l'ignorance de la nature, qui ne peut être utile à personne, tandis qu'il y a encore des hommes qui veulent maintenir l'ignorance morale. Le physicien a des admirateurs, et ses critiques ne relèvent que ses fautes. Le philosophe, dont les études ont pour objet les droits de l'homme et les règles de la vie, reçoit de son siècle plus de censure que d'éloges; quand le temps commence à rendre populaires ses maximes qui combattent l'injustice, il a moins de detracteurs, mais il conserve des ennemis.

M. de Buffon, dans ses jardins de Montbard, cherchant des vérités ou de grandes beautés, rencontrant les unes et les autres, aimé de quelques amis qui devenaient ses disciples, cher à sa famille et à ses vassaux, goûtait tous les plaisirs d'une vieillesse occupée, qui succède à de beaux jours qu'ont remplis des travaux illustres.

S'il quittait sa retraite délicieuse, c'était pour revoir ce jardin royal, ce Cabinet d'histoire naturelle, qui lui doivent ce qu'ils possèdent de plus précieux. Les bâtiments qui renferment une partie de ces trésors avaient été embellis et agrandis par ses soins et même par ses avances. Les merveilles des trois règnes y sont déposées dans

un ordre qui semble être celui que la nature indiquerait elle-même. Ce Jardin, ce Cabinet sont devenus une bibliothèque immense, qui nous instruit toujours et ne peut jamais nous tromper. Là, M. de Buffon, jetant un coup d'œil sur tout ce qui l'environnait, pouvait jouir, comme le czar Pierre, du plaisir d'avoir repeuplé et enrichi son empire. Il y recevait les visites et les hommages des savants, des voyageurs, des hommes illustres dans tous les genres, et même des têtes couronnées. Plusieurs lui apportaient ou lui envoyaient des animaux, des plantes, des fossiles, des coquillages de toutes les parties de la terre, des rivages de toutes les mers. Aristote, pour rassembler sous ses yeux les productions de la nature, avait eu besoin qu'Alexandre fît la conquête de l'Asie; pour rassembler un plus grand nombre des mêmes productions, que fallait-il à M. de Buffon? Sa gloire.

ÉLOGE HISTORIQUE

DE DAUBENTON,*

LU A LA SÉANCE PUBLIQUE DE L'INSTITUT DU 5 AVRIL 1800,

PAR M. LE Bon CUVIER,

Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.

Louis-Jean-Marie Daubenton, membre du Sénat et de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle et au Collége de France, des Académies et Sociétés royales des Sciences de Londres, de Berlin, de Pétersbourg, de Florence, de Lausanne, de Philadelphie, etc., auparavant pensionnaire anatomiste de l'Académie des Sciences, et garde et démonstrateur du Cabinet d'histoire naturelle, naquit à Montbard, département de la Côte-d'Or, le 29 mai 1716, de Jean Daubenton, notaire en ce lieu, et de Marie Pichenot.

Il se distingua dès son enfance par la douceur de ses mœurs et par son ardeur pour le travail, et il obtint, aux Jésuites de Dijon, où il fit ses premières études, toutes ces petites distinctions qui sont si flatteuses pour la jeunesse, sans être toujours les avant-coureurs de succès plus durables. Il se les rappelait encore avec plaisir à la fin de sa vie, et il en conserva toujours les témoignages écrits.

Après qu'il eut terminé, sous les Dominicains de la même ville, ce que l'on appelait alors un cours de philosophie, ses parents, qui le destinaient à l'état ecclésiastique et lui en avaient fait prendre l'habit dès l'âge de douze ans, l'envoyèrent à Paris pour y faire sa théologie; mais, inspiré peut-être par un pressentiment de ce qu'il devait être un jour, le jeune Daubenton se livra en secret à l'étude de la médecine. Il suivit aux écoles de la Faculté les leçons de Baron, de Martinenq et de Col de Villars, et, dans ce même Jardin des Plantes qu'il devait tant illustrer par la suite, celles de Winslow, d'Hunauld, et d'Antoine de Jussieu. La mort de son père, qui arriva en 1736, lui ayant laissé la liberté de suivre ouvertement son penchant, il prit ses degrés à Reims en 1740 et 1741, et retourna dans sa patrie, où il aurait probablement borné son ambition à l'exercice de son art, si d'heureuses circonstances ne l'eussent appelé sur un théâtre plus relevé.

La petite ville qui l'avait vu naître avait aussi produit un homme qu'une fortune indépendante, les agréments du corps et de l'esprit, le goût violent du plaisir, semblaient destiner à briller dans le monde plutôt qu'à enrichir les sciences, et qui se voyait cependant sans cesse ramené vers les sciences par ce penchant irrésistible, indice presque assuré de talents extraordinaires.

Buffon (c'était cet homme), longtemps incertain de l'objet auquel il appliquerait son génie, essaya tour à tour de la géométrie, de la physique, de l'agriculture. Enfin Dufay, son ami, qui venait, pendant sa courte administration, de relever le Jardin des Plantes de l'état de délabrement où l'avait laissé l'incurie des premiers médecins, jusqu'alors surintendants nés de cet établissement, lui ayant fait avoir la survivance de sa charge, le choix de Buffon se fixa pour toujours sur l'histoire naturelle, et il vit s'ouvrir devant lui cette immense carrière qu'il a parcourue avec tant de gloire.

Il en mesura d'abord toute l'étendue : il aperçut d'un coup d'œil ce qu'il y avait à faire, ce qu'il était en son pouvoir de faire, et ce qui exigeait des secours étrangers.

Surchargée dès sa naissance par l'indigeste érudition des Aldrovande, des Gessner, des Jonston, l'histoire naturelle s'était vue ensuite mutilée, pour ainsi dire, par le ciseau des nomenclateurs; les Ray, les Klein, Linnæus même alors, n'offraient plus que des catalogues décharnés, écrits dans une langue barbare, et qui, avec leur apparente précision, avec le soin que leurs auteurs paraissent avoir mis à n'y placer

que ce qui pouvait être à chaque instant vérifié par l'observation, n'en recélaient pas moins une multitude d'erreurs, et dans les détails, et dans les caractères distinctifs, et dans les distributions méthodiques.

Rendre la vie et le mouvement à ce corps inanimé; peindre la nature telle qu'elle est, toujours jeune, toujours en action; esquisser à grands traits l'accord admirable de toutes ses parties, les lois qui les tiennent enchaînées en un système unique; donner à ce tableau quelque chose de la fraîcheur et de l'éclat de l'original : telle était la partie la plus difficile de la tâche qu'avait à se proposer l'écrivain qui voudrait rendre à l'histoire naturelle le lustre qu'elle avait perdu; mais telle était aussi celle où l'imagination ardente de Buffon, son génie élevé, son sentiment profond des beautés de la nature, devaient immanquablement le faire réussir.

Mais, si la vérité n'avait pas fait la base de son travail, s'il avait prodigué les brillantes couleurs de sa palette à des dessins incorrects ou infidèles, s'il n'avait combiné que des faits mal vus ou imaginaires, il aurait bien pu prendre sa place parmi les écrivains éloquents, mais il n'aurait pas été un vrai naturaliste, il n'aurait pu aspirer au rôle qu'il ambitionnait de réformateur de la science.

Il fallait donc tout revoir, tout recueillir, tout observer; il fallait comparer les formes, les dimensions des êtres; il fallait porter le scalpel dans leur intérieur, et dévoiler les parties les plus cachées de leur organisation. Buffon sentit que son esprit impatient ne lui permettrait pas de se livrer à ces travaux pénibles; que la faiblesse même de sa vue lui interdisait l'espoir de s'y livrer avec succès. Il chercha un homme qui joignît à la justesse d'esprit et à la finesse de tact nécessaire pour ce genre de recherches, assez de modestie, assez de dévouement, pour se contenter d'un rôle secondaire en apparence, pour n'être en quelque sorte que son œil et sa main; et il le trouva dans le compagnon des jeux de son enfance, dans Daubenton.

Mais il trouva en lui plus qu'il n'avait cherché, plus même qu'il ne croyait lui être nécessaire; et ce n'est peut-être pas dans la partie où il demandait ses secours, que Daubenton lui fut le plus utile.

En effet, on peut dire que jamais association ne fut mieux assortie. Il existait au physique et au moral, entre les deux amis, ce contraste qu'un de nos plus aimables écrivains assure être nécessaire pour rendre une union durable, et chacun d'eux semblait avoir reçu précisément les qualités propres à tempérer celles de l'autre par leur opposition.

Buffon, d'une taille vigoureuse, d'un aspect imposant, d'un naturel impérieux, avide en tout d'une jouissance prompte, semblait vouloir deviner la vérité, et non l'observer. Son imagination venait à chaque instant se placer entre la nature et lui, et son éloquence semblait s'exercer contre sa raison avant de s'employer à entraîner celle des autres.

Daubenton, d'un tempérament faible, d'un regard doux, d'une modération qu'il devait à la nature autant qu'à sa propre sagesse, portait dans toutes ses recherches la circonspection la plus scrupuleuse; il ne croyait, il n'affirmait que ce qu'il avait vu et touché : bien éloigné de vouloir persuader par d'autres moyens que par l'évidence même, il écartait avec soin de ses discours et de ses écrits toute image, toute expression propre a séduire : d'une patience inaltérable, jamais il ne souffrait d'un retard; il recommençait le même travail jusqu'à ce qu'il eût réussi à son gré, et, par une méthode trop rare peut-être parmi les hommes occupés de sciences réelles, toutes les ressources de son esprit semblaient s'unir pour imposer silence à son imagination.

Buffon croyait n'avoir pris qu'un aide laborieux qui lui aplanirait les inégalités de la route, et il avait trouvé un guide fidèle qui lui en indiquait les écarts et les précipices. Cent fois le sourire piquant qui échappait à son ami lorsqu'il concevait du doute le fit revenir de ses premières idées; cent fois un de ces mots que cet ami savait si bien placer l'arrêta dans sa marche précipitée; et la sagesse de l'un, s'alliant ainsi à la force de l'autre, parvint à donner à l'histoire des quadrupèdes, la seule qui soit commune aux deux auteurs, cette perfection qui en fait, sinon la plus intéressante de celles qui entrent dans la grande histoire naturelle de Buffon, du moins celle qui est le plus exempte d'erreurs, et qui restera le plus longtemps classique pour les naturalistes.

C'est donc moins encore par ce qu'il fit pour lui, que par ce qu'il l'empêcha de faire, que Daubenton fut utile à Buffon, et que celui-ci dut se féliciter de se l'être attaché.

Ce fut vers l'année 1742 qu'il l'attira à Paris.

La place de garde et démonstrateur du Cabinet d'histoire naturelle était presque sans fonctions, et le titulaire, nommé Noguez, vivant depuis longtemps en province, elle était remplie de temps à autre par quelqu'une des personnes attachées au Jardin. Buffon la fit revivre pour Daubenton, et elle lui fut conférée par brevet en 1745. Ses appointements, qui n'étaient d'abord que de 500 francs, furent augmentés par degrés jusqu'à 4000 francs. Lorsqu'il n'était qu'adjoint à l'Académie des sciences, Buffon, qui en était le trésorier, lui fit avoir quelques gratifications. Dès son arrivée à Paris, il lui avait donné un logement. En un mot, il ne négligea rien pour lui assurer l'aisance nécessaire à tout homme de lettres et à tout savant qui ne veut s'occuper que de la science.

Daubenton, de son côté, se livra sans interruption aux travaux propres à seconder les vues de son bienfaiteur, et il érigea par ses travaux mêmes les deux principaux monuments de sa propre gloire.

L'un des deux, pour n'être pas un livre imprimé, n'en est pas moins un livre très-beau et très-instructif, puisque c'est presque celui de la nature : je veux parler du Cabinet d'histoire naturelle du Jardin des Plantes. Avant Daubenton, ce n'était qu'un simple droguier, où l'on recueillait les produits des cours publics de chimie, pour les distribuer aux pauvres qui pouvaient en avoir besoin dans leurs maladies. Il ne contenait, en histoire naturelle proprement dite, que des coquilles rassemblées par Tournefort, qui avaient servi depuis à amuser les premières années de Louis XV, et dont plusieurs portaient encore l'empreinte des caprices de l'enfant royal.

En bien peu d'années il changea totalement de face. Les minéraux, les fruits, les bois, les coquillages, furent rassemblés de toutes parts et exposés dans le plus bel ordre. On s'occupa de découvrir ou de perfectionner les moyens par lesquels on conserve les diverses parties des corps organisés; les dépouilles inanimées des quadrupèdes et des oiseaux reprirent les apparences de la vie, et présentèrent à l'observateur les moindres détails de leurs caractères, en même temps qu'elles firent l'étonnement des curieux par la variété de leurs formes et l'éclat de leurs couleurs.

Auparavant, quelques riches ornaient bien leurs cabinets de productions naturelles; mais ils en écartaient celles qui pouvaient en gâter la symétrie et leur ôter l'apparence de décoration; quelques savants recueillaient les objets qui pouvaient aider leurs recherches ou appuyer leurs opinions; mais, bornés dans leur fortune, ils étaient obligés de travailler longtemps avant de compléter même une branche isolée; quelques curieux rassemblaient des suites qui satisfaisaient leurs goûts, mais ils s'arrêtaient ordinairement aux choses les plus futiles, à celles qui étaient plus propres à flatter la vue qu'à éclairer l'esprit : les coquillages les plus brillants, les agathes les plus variées, les gemmes les mieux taillées, les plus éclatantes, faisaient ordinairement le fonds de leurs collections.

Daubenton, appuyé par Buffon, et profitant des moyens que le crédit de son ami lui obtint du gouvernement, conçut un plan plus vaste et en avança beaucoup l'exécution : il pensa qu'aucune des productions de la nature ne devait être écartée de son temple; il sentit que celles de ces productions que nous regardons comme les plus importantes ne peuvent être bien connues qu'autant qu'on les compare avec toutes les autres; qu'il n'en est même aucune qui, par ses nombreux rapports, ne soit liée plus ou moins directement avec le reste de la nature. Il n'en exclut donc aucune, et fit les plus grands efforts pour les recueillir toutes; il fit surtout exécuter ce grand nombre de préparations anatomiques qui distinguèrent longtemps le cabinet de Paris, et qui, pour être moins agréables à l'œil du vulgaire, n'en sont que plus utiles à l'homme qui ne veut pas arrêter ses recherches à l'écorce des êtres créés, et qui tâche de rendre l'histoire naturelle une science philosophique, en lui faisant expliquer aussi les phénomènes qu'elle décrit.

L'étude et l'arrangement de ces trésors étaient devenus pour lui une véritable passion, la seule peut-être qu'on ait jamais remarquée en lui. Il s'enfermait pendant des journées entières dans le cabinet; il y retournait de mille manières les objets qu'il y avait rassemblés; il en examinait scrupuleusement toutes les parties; il essayait tous les ordres possibles, jusqu'à ce qu'il eût rencontré celui qui ne choquait ni l'œil ni les rapports naturels.

Ce goût pour l'arrangement d'un cabinet se réveilla avec force dans ses dernières années, lorsque des victoires apportèrent au Muséum d'histoire naturelle une nouvelle masse de ri-

chesses, et que les circonstances permirent de donner à l'ensemble un plus grand développement. A quatre-vingt-quatre ans, la tête courbée sur la poitrine, les pieds et les mains déformés par la goutte, ne pouvant marcher que soutenu de deux personnes, il se faisait conduire chaque matin au cabinet pour y présider à la disposition des minéraux, la seule partie qui lui fût restée dans la nouvelle organisation de l'établissement.

Ainsi, c'est principalement à Daubenton que la France est redevable de ce temple si digne de la déesse à laquelle il est consacré, et où l'on ne sait ce que l'on doit admirer le plus, de l'étonnante fécondité de la nature qui a produit tant d'êtres divers, ou de l'opiniâtre patience de l'homme qui a su recueillir tous ces êtres, les nommer, les classer, en assigner les rapports, en décrire les parties, en expliquer les propriétés.

Le second monument qu'a laissé Daubenton devait être, d'après son plan primitif, le résultat et la description complète du cabinet; mais, des circonstances que nous indiquerons bientôt l'empêchèrent de pousser cette description plus loin que les quadrupèdes.

Ce n'est pas ici le lieu d'analyser la partie descriptive de l'*Histoire naturelle*[1], cet ouvrage aussi immense par ses détails qu'étonnant par la hardiesse de son plan, ni de développer tout ce qu'il contient de neuf et d'important pour les naturalistes. Il suffira, pour en donner une idée, de dire qu'il comprend la description, tant extérieure qu'intérieure, de cent quatre-vingt-deux espèces de quadrupèdes, dont cinquante-huit n'avaient jamais été disséquées, et dont treize n'étaient pas même décrites extérieurement. Il contient de plus la description, extérieure seulement, de vingt-six espèces, dont cinq n'étaient pas connues. Les nombre des espèces entièrement nouvelles est donc de dix-huit; mais les faits nouveaux relatifs à celles dont on avait déjà une connaissance plus ou moins superficielle, sont innombrables. Cependant le plus grand mérite de l'ouvrage est encore l'ordre et l'esprit dans lequel sont rédigées ces descriptions, et qui est le même pour toutes les espèces. L'auteur se plaisait à répéter qu'il était le premier qui eût établi une véritable anatomie comparée : et cela était vrai dans ce sens que toutes ses observations étant disposées sur le même plan, et que leur nombre étant le même pour le plus petit animal comme pour le plus grand, il est extrêmement facile d'en saisir tous les rapports; que, ne s'étant jamais astreint à aucun système, il a porté une attention égale sur toutes les parties, et qu'il n'a jamais dû être tenté de négliger ou de masquer ce qui n'aurait pas été conforme aux règles qu'il aurait établies.

Quelque naturelle que cette marche doive paraître aux personnes qui n'en jugent que par le simple bon sens, il faut bien qu'elle ne soit pas très-facile à suivre, puisqu'elle est si rare dans les ouvrages des autres naturalistes, et qu'il y en a si peu, par exemple, qui aient pris la peine de nous donner les moyens de placer les êtres qu'ils décrivent, autrement qu'ils ne le sont dans leurs systèmes.

Aussi cet ouvrage de Daubenton peut-il être considéré comme une mine riche, où les naturalistes et les anatomistes qui s'occupent des quadrupèdes sont obligés de fouiller, et d'où plusieurs écrivains ont tiré des choses très-précieuses, sans s'en être vantés. Il suffit quelquefois de faire un tableau de ses observations, de les placer sous certaines colonnes, pour obtenir les résultats les plus piquants; et c'est ainsi qu'on doit entendre ce mot de Camper, que *Daubenton ne savait pas toutes les découvertes dont il était l'auteur.*

On lui a reproché de n'avoir pas tracé lui-même le tableau de ces résultats. C'était avec une pleine connaissance de cause qu'il s'était refusé à un travail qui aurait flatté son amour-propre, mais qui aurait pu le conduire a des erreurs. La nature lui avait montré trop d'exceptions pour qu'il se crût permis d'établir une règle, et sa prudence a été justifiée, non-seulement par le mauvais succès de ceux qui ont voulu être plus hardis que lui, mais encore par son propre exemple : la seule règle qu'il ait osé tracer, celle du nombre des vertèbres cervicales dans les quadrupèdes, s'étant trouvée démentie sur la fin de ses jours[2].

Un autre reproche fut celui d'avoir trop resserré ses anatomies, en les bornant à la description du squelette et à celle des viscères, sans

[1] Les trois premiers volumes in-4° parurent en 1749; les douze suivants se succédèrent depuis cette époque jusqu'en 1767.

[2] Il y en a en général sept : le paresseux a trois doigts, où l'ai en a neuf.

traiter des muscles, des vaisseaux, des nerfs, ni des organes extérieurs des sens; mais on ne prouvera qu'il lui était possible d'éviter ce reproche, que lorsqu'on aura fait mieux que lui, dans le même temps et avec les mêmes moyens. Il est certain du moins qu'un de ses élèves, qui a voulu étendre son cadre, ne l'a presque rempli qu'avec des compilations trop souvent insignifiantes.

Aussi Daubenton ne tarda-t-il pas, sitôt que son ouvrage eut paru, d'obtenir les récompenses ordinaires de toutes les grandes entreprises, de la gloire et des honneurs, des critiques et des tracasseries; car, dans la carrière des sciences, comme dans toutes les autres, il est moins difficile d'arriver à la gloire et même à la fortune, que de conserver sa tranquillité lorsqu'on y est parvenu.

Réaumur tenait alors le sceptre de l'histoire naturelle. Personne n'avait porté plus loin la sagacité dans l'observation; personne n'avait rendu la nature plus intéressante, par la sagesse et l'espèce de prévoyance de détail dont il avait trouvé des preuves dans l'histoire des plus petits animaux. Ses mémoires sur les insectes, quoique diffus, étaient clairs, élégants, et pleins de cet intérêt qui vient de la curiosité sans cesse piquée par des détails nouveaux et singuliers; ils avaient commencé à répandre parmi les gens du monde le goût de l'étude de la nature.

Ce ne fut pas sans quelque chagrin que Réaumur se vit éclipsé par un rival dont les vues hardies et le style magnifique excitaient l'enthousiasme du public, et lui inspiraient une sorte de mépris pour des recherches en apparence aussi minutieuses que celles dont les insectes sont l'objet. Il témoigna sa mauvaise humeur d'une manière un peu vive [1]; on le soupçonna même d'avoir contribué à la publication de quelques lettres critiques [2], où l'on voulait opposer à l'éloquence du peintre de la nature, les discussions d'une obscure métaphysique, et où Daubenton, dans lequel Réaumur croyait voir le seul appui solide de ce qu'il appelait les prestiges de son rival, n'était pas épargné. L'Académie fut quelquefois témoin de querelles plus directes, dont le souvenir ne nous est point entièrement parvenu, mais qui furent si fortes, que Buffon se vit obligé d'employer son crédit auprès de la favorite d'alors [1] pour soutenir son ami, et pour le faire arriver aux degrés supérieurs qui étaient dus à ses travaux.

Il n'est point d'hommes célèbres qui n'aient éprouvé de ces sortes de désagréments; car, dans tous les régimes possibles, il n'y a jamais d'hommes de mérite sans quelque adversaire, et ceux qui veulent nuire ne manquent jamais de quelques protecteurs.

Le mérite fut d'autant plus heureux de ne point succomber dans cette occasion, qu'il n'était pas de nature à frapper la foule. Un observateur modeste et scrupuleux ne pouvait captiver ni le vulgaire ni même les savants étrangers à l'histoire naturelle; car les savants jugent toujours comme le vulgaire les ouvrages qui ne sont pas de leur genre, et le nombre des naturalistes était alors très-petit. Si le travail de Daubenton avait paru seul, il serait resté dans le cercle des anatomistes et des naturalistes, qui l'auraient apprécié à sa juste valeur; et, leur suffrage déterminant celui de la multitude, celle-ci aurait respecté l'auteur sur parole, comme ces dieux inconnus d'autant plus révérés que leur sanctuaire est plus impénétrable. Mais, marchant à côté de l'ouvrage de son brillant émule, celui de Daubenton fut entraîné sur la toilette des femmes et dans le cabinet des littérateurs; la comparaison de son style mesuré et de sa marche circonspecte avec la poésie vive et les écarts hardis de Buffon, ne pouvait être à son avantage; et les détails minutieux de dimensions et de descriptions dans

[1] Voyez dans le volume des *Mémoires de l'Académie* pour 1746, page 483, lequel n'a paru qu'en 1741, un Mémoire de Réaumur *sur la manière d'empêcher l'évaporation des liqueurs spiritueuses dans lesquelles on veut conserver des objets d'histoire naturelle*. Il s'y plaint violemment de ce que Daubenton avait publié, dans le tome III de l'*Histoire naturelle*, un extrait de ce Mémoire avant qu'il fût imprimé.

[2] *Lettres à un Américain sur l'Histoire naturelle générale et particulière de M. de Buffon*, première partie, Hambourg (Paris), 1751; seconde, troisième partie, *ibid. eod. ann.* C'est dans la neuvième lettre de cette troisième partie qu'on montre le plus l'intention de défendre Réaumur contre Buffon. — *Lettres, etc., sur l'Histoire naturelle de M. de B., et sur les observations microscopiques de M. Needham*, quatrième partie, *ibid. eod. ann.* C'est dans la dixième lettre que l'on critique Daubenton sur l'arrangement du Cabinet du Roi, et qu'on lui oppose celui de M. de Réaumur. Cinquième partie, même titre et même année. Puis, *Suite des lettres, etc., sur les quatrième et cinquième volumes de l'Histoire naturelle de M. de Buffon, et sur le Traité des animaux, de M. l'abbé de Condillac*, sixième partie; Hambourg, 1756. Le titre et la date restent les mêmes pour la septième, la huitième et la neuvième partie, qui est la dernière.

L'auteur, ex-oratorien, natif de Poitiers, se nommait l'abbé *Delignac*: il était très-lié avec Réaumur. On a encore de lui, *Mémoire pour l'histoire des araignées aquatiques*, etc.

[1] Madame de Pompadour.

lesquels il entrait, ne pouvaient racheter auprès de pareils juges l'ennui dont ils étaient nécessairement accompagnés.

Ainsi, lorsque tous les naturalistes de l'Europe recevaient avec une reconnaissance mêlée d'admiration les résultats des immenses travaux de Daubenton, lorsqu'ils donnaient à l'ouvrage qui les contenait, et par cela seulement qu'il les contenait, les noms d'*ouvrage d'or*, d'*ouvrage vraiment classique* [1], on chansonnait l'auteur à Paris; et quelques-uns de ces flatteurs qui rampent devant la renommée comme devant la puissance, parce que la renommée est aussi une puissance, parvinrent à faire croire à Buffon qu'il gagnerait à se débarrasser de ce collaborateur importun. On a même entendu depuis le secrétaire d'une illustre académie assurer que les naturalistes seuls purent regretter qu'il eût suivi ce conseil.

Buffon fit donc faire une édition de l'*Histoire naturelle* en treize volumes in-12, dont on retrancha non-seulement la partie anatomique, mais encore les descriptions de l'extérieur des animaux, que Daubenton avait rédigées pour la grande édition; et comme on n'y substitua rien, il en est résulté que cet ouvrage ne donne plus aucune idée de la forme, ni des couleurs, ni des caractères distinctifs des animaux : en sorte que, si cette petite édition venait à résister seule à la faux du temps, comme la multitude de réimpressions qu'on en publie aujourd'hui pourrait le faire craindre, on n'y trouverait guère plus de moyens de reconnaître les animaux dont l'auteur a voulu parler, qu'il ne s'en trouve dans Pline et dans Aristote, qui ont aussi négligé le détail des descriptions.

Buffon se détermina encore à paraître seul dans ce qu'il publia depuis, tant sur les oiseaux que sur les minéraux. Outre l'affront, Daubenton essuyait par là une perte considérable. Il aurait pu plaider; car l'entreprise de l'histoire naturelle avait été concertée en commun; mais pour cela il aurait fallu se brouiller avec l'intendant du Jardin du Roi; il aurait fallu quitter ce cabinet qu'il avait créé et auquel il tenait comme à la vie : il oublia l'affront et la perte, et il continua à travailler.

Les regrets que témoignèrent tous les naturalistes, lorsqu'ils virent paraître le commencement de l'*Histoire des oiseaux* sans être accompagné de ces descriptions exactes, de ces anatomies soignées qu'ils estimaient tant, durent contribuer à le consoler.

Il aurait eu encore plus de sujet de l'être, si son attachement pour le grand homme qui le négligeait ne l'eût emporté sur son amour propre, lorsqu'il vit ces premiers volumes, auxquels Gueneau de Montbeillard ne contribua point, remplis d'inexactitudes et dépourvus de tous ces détails auxquels il était physiquement et moralement impossible à Buffon de se livrer.

Ces imperfections furent encore plus marquées dans les suppléments, ouvrages de la vieillesse de Buffon [1], où ce grand écrivain poussa l'injustice jusqu'à charger un simple dessinateur de la partie que Daubenton avait si bien exécutée dans les premiers volumes.

Aussi plusieurs naturalistes cherchèrent-ils à remplir ce vide, et le célèbre Pallas, entre autres, prit absolument Daubenton pour modèle dans ses *Mélanges* et dans ses *Glanures zoologiques*, ainsi que dans son *Histoire des rongeurs*, livres qui doivent être considérés comme les véritables suppléments de Buffon, et comme ce qui a paru de mieux sur les quadrupèdes, après son grand ouvrage.

Tout le monde sait avec quel succès l'illustre continuateur de Buffon, pour la partie des poissons et des reptiles, qui fut aussi l'ami et le collègue de Daubenton, et qui le pleure encore avec nous, a réuni dans ses écrits le double avantage d'un style fleuri et plein d'images et d'une exactitude scrupuleuse dans les détails, et comment il a su remplacer également bien ses deux prédécesseurs.

Au reste, Daubenton oublia tellement les petites injustices de son ancien ami, qu'il contribua depuis à plusieurs parties de l'*Histoire naturelle*, quoique son nom n'y fût plus attaché; et nous avons la preuve que Buffon a pris connaissance de tout le manuscrit de ses leçons au Collége de France, lorsqu'il a écrit son *Histoires des minéraux* [2]. Leur intimité se rétablit même entièrement et se conserva jusqu'à la mort de Buffon.

Pendant les dix-huit ans que les quinze volumes in-4° de l'*Histoire des quadrupèdes* mi-

[1] Voyez Pallas, *Glires* et *Spicilegia zoologica*.

[1] Le tome III de 1776 et le VI[e] de 1782 traitent des quadrupèdes, et auraient eu grand besoin du concours de Daubenton, ainsi que le VIII[e], qui est posthume, de 1789.

[2] De 1783 à 1788.

rent à paraître, Daubenton ne put donner à l'Académie des Sciences qu'un petit nombre de mémoires; mais il la dédommagea par la suite, et il en existe de lui, tant dans la collection de l'Académie, que dans celles des Sociétés de médecine et d'agriculture et de l'Institut national, un assez grand nombre, qui contiennent tous, ainsi que les ouvrages qu'il a publiés à part, quelques faits intéressants ou quelques vues nouvelles.

Leur seule nomenclature serait trop longue pour les bornes d'un éloge; et nous nous contenterons d'indiquer sommairement les principales découvertes dont ils ont enrichi certaines branches des connaissances humaines.

En zoologie Daubenton a découvert cinq espèces de chauves-souris et une de musaraigne, qui avaient échappé avant lui aux naturalistes, quoique toutes assez communes en France.

Il a donné une description complète de l'espèce de chevrotain qui produit le musc, et il a fait des remarques curieuses sur son organisation.

Il a décrit une conformation singulière dans les organes de la voix de quelques oiseaux étrangers.

Il est le premier qui ait appliqué la connaissance de l'anatomie comparée à la détermination des espèces de quadrupèdes dont on trouve les dépouilles fossiles; et, quoiqu'il n'ait pas toujours été heureux dans ses conjectures, il a néanmoins ouvert une carrière importante pour l'histoire des révolutions du globe : il a détruit pour jamais ces idées ridicules de géants, qui se renouvelaient chaque fois qu'on déterrait les ossements de quelque grand animal.

Son tour de force le plus remarquable en ce genre fut la détermination d'un os que l'on conservait au Garde-Meuble comme l'os de la jambe d'un géant. Il reconnut, par le moyen de l'anatomie comparée, que ce devait être l'os du rayon d'une girafe, quoiqu'il n'eût jamais vu cet animal, et qu'il n'existât point de figure de son squelette. Il a eu le plaisir de vérifier lui-même sa conjecture, lorsque, trente ans après, le Muséum a pu se procurer le squelette de girafe qui s'y trouve aujourd'hui.

On n'avait avant lui que des idées vagues sur les différences de l'homme et de l'orang-outang : quelques-uns regardaient celui-ci comme un homme sauvage; d'autres allaient jusqu'à prétendre que c'est l'homme qui a dégénéré, et que sa nature est d'aller à quatre pattes. Daubenton prouva, par une observation ingénieuse et décisive sur l'articulation de la tête, que l'homme ne pourrait marcher autrement que sur deux pieds, ni l'orang-outang autrement que sur quatre.

En physiologie végétale, il est le premier qui ait appelé l'attention sur ce fait, que tous les arbres ne croissent pas par des couches extérieures et concentriques. Un tronc de palmier, qu'il examina, ne lui montra aucune de ces couches : éveillé par cette observation, il s'aperçut que l'accroissement de cet arbre se fait par le prolongement des fibres du centre qui se développent en feuilles. Il expliqua par là pourquoi le tronc du palmier ne grossit point en vieillissant, et pourquoi il est d'une même venue dans toute sa longueur [1]; mais il ne poussa pas cette recherche plus loin. M. Desfontaines, qui avait observé la même chose longtemps auparavant, a épuisé, pour ainsi dire, cette matière, en prouvant que ces deux manières de croître distinguent les arbres dont les semences sont à deux cotylédons et ceux qui n'en ont qu'un, et en établissant sur cette importante découverte une division qui sera désormais fondamentale en botanique [2].

Daubenton est aussi le premier qui ait reconnu, dans l'écorce, des trachées, c'est-à-dire ces vaisseaux brillants, élastiques et souvent remplis d'air, que d'autres avaient découverts dans le bois.

La minéralogie a fait tant de progrès dans ces dernières années, que les travaux de Daubenton dans cette partie de l'histoire naturelle sont presque éclipsés aujourd'hui, et qu'il ne lui restera peut-être que la gloire d'avoir donné à la science celui qui l'a portée le plus loin : c'est lui qui a été le maître de M. Haüy. Il a publié cependant des idées ingénieuses sur la formation des albâtres et des stalactites, sur les causes des herborisations dans les pierres, sur les marbres figurés, et des descriptions de minéraux peu connus aux époques où il les fit paraître. Il est vrai que sa distribution des pierres précieuses n'est point conforme à leur véritable nature; mais elle donne du moins quelque précision à la nomenclature de leurs couleurs.

On retrouve plus ou moins, dans tous ces travaux de Daubenton sur la physique, le genre

[1] Leçons de l'École Normale.
[2] Mémoires de l'Institut national, classe de physique, t. I.

de talent qui lui était propre, cette patience qui ne veut point deviner la nature, parce qu'elle ne désespère pas de la forcer à s'expliquer elle-même en répétant les interrogations, et cette sagacité habile à saisir jusqu'aux moindres signes qui peuvent indiquer une réponse.

On reconnait dans ses travaux sur l'agriculture une qualité de plus, le dévouement à l'utilité publique. Ce qu'il a fait pour l'amélioration de nos laines lui méritera à jamais la reconnaissance de l'état, auquel il a donné une nouvelle source de prospérité.

Il commença ses expériences sur ce sujet en 1766, et les continua jusqu'à sa mort. Favorisé d'abord par Trudaine, il reçut des encouragements de tous les administrateurs qui succédèrent à cet homme d'état éclairé et patriote, et il y répondit d'une manière digne de lui.

Mettre dans tout son jour l'utilité du parcage continuel ; démontrer les suites pernicieuses de l'usage de renfermer les moutons dans des étables pendant l'hiver ; essayer les divers moyens d'en améliorer la race ; trouver ceux de déterminer avec précision le degré de finesse de la laine ; reconnaitre le véritable mécanisme de la rumination ; en déduire des conclusions utiles sur le tempérament des bêtes à laine, et sur la manière de les nourrir et de les traiter ; disséminer les produits de sa bergerie dans toutes les provinces ; distribuer ses béliers à tous les propriétaires de troupeaux ; faire fabriquer des draps avec ses laines, pour en démontrer aux plus prévenus la supériorité ; former des bergers instruits, pour propager la pratique de sa méthode ; rédiger des instructions à la portée de toutes les classes d'agriculteurs : tel est l'exposé rapide des travaux de Daubenton sur cet important sujet.

Presque à chaque séance publique de l'Académie il rendait compte de ses recherches, et il obtenait souvent plus d'applaudissements de la reconnaissance des assistants, que ses confrères n'en recevaient de leur admiration pour des découvertes plus difficiles, mais dont l'utilité était moins évidente.

Ses succès ont été surpassés depuis : les troupeaux entiers que le gouvernement a fait venir d'Espagne, sur la demande de M. Tessier ; ceux que M. Gilbert est allé chercher nouvellement, ont répandu et répandront la belle race avec plus de rapidité que Daubenton ne put le faire avec des béliers seulement : mais il n'en a pas moins donné l'éveil, et fait tout ce que ses moyens rendaient possible.

Il avait acquis par ses travaux une espèce de réputation populaire qui lui fut très-utile dans une circonstance dangereuse. En 1793, à cette époque heureusement déjà si éloignée de nous, où, par un renversement d'idées qui sera longtemps mémorable dans l'histoire, la portion la plus ignorante du peuple eut à prononcer sur le sort de la plus instruite et de la plus généreuse, l'octogénaire Daubenton eut besoin, pour conserver la place qu'il honorait depuis cinquante-deux ans par ses talents et par ses vertus, de demander à une assemblée qui se nommait la section des *Sans-Culotte* un papier dont le nom tout aussi extraordinaire était *certificat de civisme*. Un professeur, un académicien, aurait eu peine à l'obtenir : quelques gens sensés, qui se mêlaient aux furieux dans l'espoir de les contenir, le présentèrent sous le titre de *berger*, et ce fut le berger Daubenton qui obtint le certificat nécessaire [1] pour le directeur du Muséum national d'histoire naturelle. Cette pièce existe : elle sera un document utile, moins encore pour la vie de Daubenton que pour l'histoire de cette époque funeste.

Ces nombreux travaux auraient épuisé une activité brûlante ; ils ne suffirent point à l'amour paisible d'une occupation réglée, qui faisait une partie du caractère de Daubenton.

Depuis longtemps on se plaignait qu'il n'y eût point en France de leçons publiques d'histoire naturelle : il obtint, en 1773, qu'une des chaires de médecine pratique du Collége de France serait changée en une chaire d'histoire naturelle, et il se chargea en 1775 de la remplir. L'Intendant de Paris, Berthier, l'engagea, en

[1] Copie figurée du certifical de civisme de Daubenton.

SECTION DES SANS-CULOTTE.

Copie de l'Extrait des délibérations de L'assemblée Générale de la Séance du cinq de la première décade du troisieme mois de la seconde année de la République françoise une et indivisible.

Appert que d'après le Rapport faite de la société fraternelle de la section des sans culotte sur le bon Civisme et faits d'humanité qu'a toujour témoignés Le Berger Daubenton L'assemblée Generale arrete unanimement qu'il lui sera accordé un certifical de Civisme, et le president suivie de plusieurs membre de la dite assemblée lui donne lácolade avec toutes les acclamation dues a un vraie modele d'humanité ce qui a été témoigné par plusieurs reprise.

Signé R. G. DARDEL, *president.*

Pour extrait conforme.

Signé DOMONT, *Secretaire.*

1783, à faire des leçons d'économie rurale à l'école vétérinaire d'Alfort, dans le même temps où Vicq d'Azyr y en donnait d'anatomie comparée, et M. de Fourcroy de chimie.

Il demanda aussi à faire des leçons dans le Cabinet de Paris, où les objets auraient parlé avec plus de clarté encore que le professeur; et, n'ayant pu y parvenir sous l'ancien régime, il se joignit aux autres employés du Jardin des Plantes, pour demander à la Convention la conversion de cet établissement en école spéciale d'histoire naturelle.

Daubenton y fut nommé professeur de minéralogie, et il a rempli les fonctions de cette charge jusqu'à sa mort, avec la même exactitude qu'il mettait à tous ses devoirs.

C'était véritablement un spectacle touchant de voir ce vieillard entouré de ses disciples, qui recueillaient avec une attention religieuse ses paroles, dont leur vénération semblait faire autant d'oracles; d'entendre sa voix faible et tremblante se ranimer, reprendre de la force et de l'énergie, lorsqu'il s'agissait de leur inculquer quelques-uns de ces grands principes qui sont le résultat des méditations du génie, ou seulement de leur développer quelques vérités utiles.

Il ne mettait pas moins de plaisir à leur parler qu'ils en avaient à l'entendre : on voyait, à sa gaieté aimable, à la facilité avec laquelle il se prêtait à toutes les questions, que c'était pour lui une vraie jouissance. Il oubliait ses années et sa faiblesse, lorsqu'il s'agissait d'être utile aux jeunes gens et de remplir ses devoirs.

Un de ses collègues lui ayant offert, lorsqu'il fut nommé sénateur, de le soulager dans son enseignement : *Mon ami*, lui répondit-il, *je ne puis être mieux remplacé que par vous; lorsque l'âge me forcera à renoncer à mes fonctions, soyez certain que je vous en chargerai.* Il avait quatre-vingt-trois ans.

Rien ne prouve mieux son zèle pour les étudiants, que les peines qu'il prenait pour se tenir au courant de la science, et pour ne point imiter ces professeurs qui, une fois en place, n'enseignent chaque année que les mêmes choses. A quatre-vingts ans, on l'a vu se faire expliquer les découvertes d'un de ses anciens élèves, M. Haüy; s'efforcer de les saisir, pour les rendre lui-même aux jeunes gens qu'il instruisait. Cet exemple est si rare parmi les savants, qu'on doit peut-être le considérer comme un des plus beaux traits de l'éloge de Daubenton.

Lors de l'existence éphémère de l'École normale, il y fit quelques leçons : le plus vif enthousiasme l'accueillait chaque fois qu'il paraissait, chaque fois qu'on retrouvait dans ses expressions les sentiments dont ce nombreux auditoire était animé, et qu'il était fier de voir partager par ce vénérable vieillard.

C'est ici le lieu de parler de quelques-uns de ses ouvrages, qui sont moins destinés à exposer des découvertes, qu'à enseigner systématiquement quelque corps de doctrine : tels que ses articles pour les deux Encyclopédies, surtout l'Encyclopédie méthodique, où il a fait les dictionnaires des quadrupèdes, des reptiles et des poissons; son tableau minéralogique, ses leçons à l'École normale. Il a laissé le manuscrit complet de celle de l'École vétérinaire, du Collége de France et du Muséum : on doit espérer que le public n'en sera pas privé.

Ces écrits didactiques sont remarquables par une grande clarté, par des principes sains, et par une attention scrupuleuse à écarter tout ce qui est douteux : on a seulement été étonné de voir que le même homme, qui s'était expliqué avec tant de force contre toute espèce de méthode en histoire naturelle, ait fini par en adopter qui ne sont ni meilleures ni peut-être aussi bonnes que celles qu'il avait blâmées, comme s'il eût été destiné à prouver par son exemple combien ses premières préventions étaient contraires à la nature des choses et de l'homme.

Enfin, outre tous ces ouvrages, outre toutes ces leçons, Daubenton avait encore été chargé de contribuer à la rédaction du *Journal des savants;* et dans ses dernières années, sur la demande du comité d'instruction publique, il avait entrepris de composer des éléments d'histoire naturelle à l'usage des écoles primaires : ces éléments n'ont point été achevés.

On se demande comment, avec un tempérament faible et tant d'occupations pénibles, il a pu arriver, sans infirmités douloureuses, à une vieillesse si avancée : il l'a dû à une étude ingénieuse de lui-même, à une attention calculée d'éviter également les excès du corps, de l'âme et de l'esprit. Son régime, sans être austère, était très-uniforme : ayant toujours vécu dans une honnête aisance, n'estimant la fortune et la grandeur que ce qu'elles valent, il les désira peu. Il eut surtout le bon esprit d'éviter l'écueil de presque tous les gens de lettres, cette passion désordonnée d'une réputation précoce : ses re-

cherches furent pour lui un amusement plutôt qu'un travail. Une partie de son temps était employée à lire avec sa femme des romans, des contes, et d'autres ouvrages légers; les plus frivoles productions de nos jours ont été lues par lui : il appelait cela *mettre son esprit à la diète*.

Sans doute que cette égalité de régime, cette constance de santé contribuaient beaucoup à cette aménité qui rendait sa société si aimable : mais un autre trait de son caractère qui n'y contribuait pas moins, et qui frappait tous ceux qui approchaient de lui, c'est la bonne opinion qu'il paraissait avoir des hommes.

Elle semblait naturellement venir de ce qu'il les avait peu vus; de ce que, uniquement occupé de la contemplation de la nature, il n'avait jamais pris de part aux mouvements de la partie active de la société. Mais elle allait quelquefois à un point étonnant. Cet homme, d'un tact si délicat pour distinguer l'erreur, n'avait jamais l'air de soupçonner le mensonge; il éprouvait toujours une nouvelle surprise lorsqu'on lui dévoilait l'intrigue ou l'intérêt cachés sous de beaux dehors. Que cette ignorance fût naturelle en lui, ou qu'il eût renoncé volontairement à connaître les hommes pour s'épargner les peines qui affectent ceux qui les connaissent trop, cette disposition n'en répandait pas moins sur sa conversation un ton de bonhomie d'autant plus aimable, qu'il contrastait davantage avec l'esprit et la finesse qu'il portait dans tout ce qui n'était que raisonnement. Aussi suffisait-il de l'approcher pour l'aimer; et jamais homme n'a reçu des témoignages plus nombreux de l'affection ou du respect des autres, à toutes les époques de sa vie et sous tous les gouvernements qui se sont succédé.

On lui a reproché d'avoir souffert des hommages indignes de lui et odieux par les noms seuls de ceux qui les lui rendaient; mais c'était une suite du système qu'il s'était fait de juger même les hommes d'état par leurs propres discours, et de ne leur supposer jamais d'autres motifs que ceux qu'ils exprimaient : méthode dangereuse, sans doute, mais que nous avons peut-être aussi un peu trop abandonnée aujourd'hui.

Une autre disposition de son esprit, qui a encore contribué à ces odieuses imputations de pusillanimité ou d'égoïsme qu'on lui a faites même dans des ouvrages imprimés, et qui ne le justifie cependant pas davantage, c'était son obéissance entière à la loi, non pas comme juste, mais simplement comme loi. Cette soumission pour les lois humaines était absolument du même genre que celle qu'il avait pour les lois de la nature; et il ne se permettait pas plus de murmurer contre celles qui le privaient de sa fortune, ou de l'usage raisonnable de sa liberté, que contre celles qui lui faisaient déformer les membres par la goutte. Quelqu'un a dit de lui qu'il observait les nodus de ses doigts avec le même sang-froid qu'il aurait pu faire ceux d'un arbre, et cela était vrai à la lettre. Cela était vrai également du sang-froid avec lequel il aurait abandonné ses places, sa fortune, et se serait exilé au loin, si les tyrans l'eussent exigé.

D'ailleurs, quand le maintien de sa tranquillité aurait été le motif de quelques-unes de ses actions, l'usage qu'il a fait de cette tranquillité ne l'absoudrait-il pas? Et l'homme qui a su arracher tant de secrets à la nature, qui a posé les bases d'une science presque nouvelle, qui a donné à son pays une branche entière d'industrie, qui a créé l'un des plus importants monuments des sciences, qui a formé tant d'élèves instruits, parmi lesquels plusieurs sont déjà dans les premiers rangs des savants, un tel homme aurait-il besoin aujourd'hui que je le justifiasse de s'être ménagé les moyens de faire tout ce bien à sa patrie et à l'humanité?

Les acclamations universelles de ses concitoyens répondent pour moi à ses accusateurs : les dernières et les plus solennelles marques de leur estime ont terminé de la manière la plus glorieuse la carrière la plus utile; peut-être avons-nous à regretter qu'elles en aient abrégé le cours.

Nommé membre du Sénat conservateur, Daubenton voulut remplir ses nouveaux devoirs comme il avait rempli ceux de toute sa vie : il fut obligé de faire quelque changement à son régime. La saison était très-rigoureuse. La première fois qu'il assista aux séances du corps qui venait de l'élire, il fut frappé d'apoplexie, et tomba sans connaissance entre les bras de ses collègues effrayés. Les secours les plus prompts ne purent lui rendre le sentiment que pour quelques instants, pendant lesquels il se montra tel qu'il avait toujours été : observateur tranquille de la nature, il tâtait avec les doigts, qui étaient restés sensibles, les diverses parties de son corps, et il indiquait aux assistants les progres

de la paralysie. Il mourut le 31 décembre 1799, âgé de quatre-vingt-quatre ans, sans avoir souffert, de manière que l'on peut dire qu'il a atteint au bonheur, sinon le plus éclatant, du moins le plus parfait et le moins mélangé qu'il ait été permis à l'homme d'espérer.

Ses funérailles ont été telles que les méritait un de nos premiers magistrats, un de nos plus illustres savants, un de nos concitoyens les plus respectables à tous égards. Les citoyens de tous les âges, de tous les rangs, se sont fait un devoir de rendre à sa cendre le témoignage de leur vénération : ses restes ont été déposés dans ce jardin que ses soins embellirent, que ses vertus honorèrent pendant soixante années, et dont son tombeau, selon l'expression d'un de ses collègues à l'Institut et au Sénat, va faire un élysée, en ajoutant aux beautés de la nature les charmes du sentiment. Deux de ses collègues ont été les interprètes éloquents des regrets de tous ceux qui l'avaient connu. Pardonnez, si ces douloureux sentiments m'affectent encore aujourd'hui que je ne devrais plus être que l'interprète de la reconnaissance publique, et s'ils m'écartent du ton ordinaire d'un éloge académique; pardonnez-le, dis-je, à celui qu'il honora de sa bienveillance, et dont il fut le maître et le bienfaiteur.

Madame Daubenton, que des ouvrages agréables ont fait connaître dans la littérature, et avec qui il a passé cinquante années de l'union la plus douce, ne lui a point donné d'enfants.

Il a été remplacé à l'Institut par M. Pinel, au Muséum d'histoire naturelle, par M. Haüy : j'ai eu le bonheur d'être choisi pour lui succéder au Collége de France.

AU ROI [1].

Sire,

L'histoire et les monuments immortaliseront les qualités héroïques et les vertus pacifiques que l'univers admire dans la personne de Votre Majesté : cet ouvrage, qui contient l'histoire de la nature, entrepris par vos ordres, consacrera à la postérité votre goût pour les sciences, et la protection éclatante dont vous les honorez. Sensible à toutes les sortes de gloire, grand en tout, excellent en vous-même, Sire, vous serez à jamais l'exemple des héros et le modèle des Rois.

Nous sommes avec un très-profond respect.

Sire,

De votre Majesté,
Les très-humbles, très obéissants et très-fidèles sujets et serviteurs,

Buffon,
Intendant de votre Jardin des Plantes.

Daubenton,
Garde et démonstrateur de votre cabinet d'histoire naturelle.

[1] Louis XV.

DISCOURS

PRONONCÉ A L'ACADÉMIE FRANÇAISE,

PAR M. DE BUFFON,

LE JOUR DE SA RÉCEPTION.

M. de Buffon, ayant été élu par MM. de l'Académie française, à la place de feu M. l'Archevêque de Sens, y vint prendre séance le samedi 25 août 1753, et prononça le discours qui suit :

Messieurs,

Vous m'avez comblé d'honneur en m'appelant à vous; mais la gloire n'est un bien qu'autant qu'on en est digne, et je ne me persuade pas que quelques essais écrits sans art et sans autre ornement que celui de la nature, soient des titres suffisants pour oser prendre place parmi les maîtres de l'art, parmi les hommes éminents qui représentent ici la splendeur littéraire de la France, et dont les noms, célébrés aujourd'hui par la voix des nations, retentiront encore avec éclat dans la bouche de nos derniers neveux. Vous avez eu, messieurs, d'autres motifs en jetant les yeux sur moi; vous avez voulu donner à l'illustre compagnie [1] à laquelle j'ai l'honneur d'appartenir depuis longtemps, une nouvelle marque de considération : ma reconnaissance, quoique partagée, n'en sera pas moins vive. Mais comment satisfaire au devoir qu'elle m'impose en ce jour? Je n'ai, messieurs, à vous offrir que votre propre bien : ce sont quelques idées sur le style que j'ai puisées dans vos ouvrages; c'est en vous lisant, c'est en vous admirant, qu'elles ont été conçues; c'est en les sou-

[1] L'Académie royale des Sciences : M. de Buffon y a été reçu en 1733, dans la classe de mécanique.

mettant à vos lumières qu'elles se produiront avec quelques succès.

Il s'est trouvé dans tous les temps des hommes qui ont su commander aux autres par la puissance de la parole. Ce n'est néanmoins que dans les siècles éclairés que l'on a bien écrit et bien parlé. La véritable éloquence suppose l'exercice du génie et la culture de l'esprit. Elle est bien différente de cette facilité naturelle de parler, qui n'est qu'un talent, une qualité accordée à tous ceux dont les passions sont fortes, les organes souples et l'imagination prompte. Ces hommes sentent vivement, s'affectent de même, le marquent fortement au dehors; et, par une impression purement mécanique, ils transmettent aux autres leur enthousiasme et leurs affections. C'est le corps qui parle au corps; tous les mouvements, tous les signes concourent et servent également. Que faut-il pour émouvoir la multitude et l'entraîner? Que faut-il pour ébranler la plupart même des autres hommes et les persuader? un ton véhément et pathétique, des gestes expressifs et fréquents, des paroles rapides et sonnantes. Mais, pour le petit nombre de ceux dont la tête est ferme, le goût délicat et le sens exquis, et qui, comme vous, messieurs, comptent pour peu le ton, les gestes et le vain son des mots, il faut des choses, des pensées, des raisons; il faut savoir les présenter, les nuancer, les ordonner : il ne suffit pas de frapper l'oreille et d'occuper les yeux; il faut agir sur l'âme et toucher le cœur en parlant à l'esprit.

Le style n'est que l'ordre et le mouvement qu'on met dans ses pensées. Si on les enchaîne étroitement, si on les serre, le style devient ferme, nerveux et concis; si on les laisse se succéder lentement, et ne se joindre qu'à la faveur des mots, quelque élégants qu'ils soient, le style sera diffus, lâche et traînant.

Mais, avant de chercher l'ordre dans lequel on présentera ses pensées, il faut s'en être fait un autre plus général et plus fixe, où ne doivent entrer que les premières vues et les principales idées : c'est en marquant leur place sur ce premier plan qu'un sujet sera circonscrit et que l'on en connaîtra l'étendue; c'est en se rappelant sans cesse ces premiers linéaments qu'on déterminera les justes intervalles qui séparent les idées principales, et qu'il naîtra des idées accessoires et moyennes qui serviront à les remplir. Par la force du génie, on se représentera toutes les idées générales et particulières sous leur véritable point de vue; par une grande finesse de discernement, on distinguera les pensées stériles des idées fécondes; par la sagacité que donne la grande habitude d'écrire, on sentira d'avance quel sera le produit de toutes ces opérations de l'esprit. Pour peu que le sujet soit vaste ou compliqué, il est bien rare qu'on puisse l'embrasser d'un coup d'œil, ou le pénétrer en entier d'un seul et premier effort de génie; et il est rare encore qu'après bien des réflexions on en saisisse tous les rapports. On ne peut donc trop s'en occuper; c'est même le seul moyen d'affermir, d'étendre et d'élever ses pensées : plus on leur donnera de substance et de force par la méditation, plus il sera facile ensuite de les réaliser par l'expression.

Ce plan n'est pas encore le style, mais il en est la base; il le soutient, il le dirige, il règle son mouvement et le soumet à des lois : sans cela, le meilleur écrivain s'égare, sa plume marche sans guide, et jette à l'aventure des traits irréguliers et des figures discordantes. Quelque brillantes que soient les couleurs qu'il emploie, quelques beautés qu'il sème dans les détails, comme l'ensemble choquera, ou ne se fera pas assez sentir, l'ouvrage ne sera point construit; et, en admirant l'esprit de l'auteur, on pourra soupçonner qu'il manque de génie. C'est par cette raison que ceux qui écrivent comme ils parlent, quoiqu'ils parlent très-bien, écrivent mal; que ceux qui s'abandonnent au premier feu de leur imagination prennent un ton qu'ils ne peuvent soutenir; que ceux qui craignent de perdre des pensées isolées, fugitives, et qui écrivent en différents temps des morceaux détachés, ne les réunissent jamais sans transitions forcées; qu'en un mot, il y a tant d'ouvrages faits de pièces de rapport, et si peu qui soient fondus d'un seul jet.

Cependant, tout sujet est un; et quelque vaste qu'il soit, il peut être renfermé dans un seul discours. Les interruptions, les repos, les sections, ne devraient être d'usage que quand on traite des sujets différents, ou lorsque, ayant à parler de choses grandes, épineuses et disparates, la marche du génie se trouve interrompue par la multiplicité des obstacles, et contrainte par la nécessité des circonstances [1] : autrement, le grand nombre de divisions, loin de rendre un

[1] Dans ce que j'ai dit ici, j'avais en vue le livre de l'Esprit des Lois ouvrage excellent pour le fond, et auquel on

ouvrage plus solide, en détruit l'assemblage; le livre paraît plus clair aux yeux, mais le dessein de l'auteur demeure obscur; il ne peut faire impression sur l'esprit du lecteur; il ne peut même se faire sentir que par la continuité du fil, par la dépendance harmonique des idées, par un développement successif, une gradation soutenue, un mouvement uniforme que toute interruption détruit ou fait languir.

Pourquoi les ouvrages de la nature sont-ils si parfaits? C'est que chaque ouvrage est un tout, et qu'elle travaille sur un plan éternel dont elle ne s'écarte jamais; elle prépare en silence les germes de ses productions; elle ébauche par un acte unique la forme primitive de tout être vivant; elle la développe, elle la perfectionne par un mouvement continu et dans un temps prescrit. L'ouvrage étonne, mais c'est l'empreinte divine dont il porte les traits qui doit nous frapper. L'esprit humain ne peut rien créer; il ne produira qu'après avoir été fécondé par l'expérience et la méditation; ses connaissances sont les germes de ses productions : mais, s'il imite la nature dans sa marche et dans son travail, s'il s'élève par la contemplation aux vérités les plus sublimes, s'il les réunit, s'il les enchaîne, s'il en forme un tout, un système par la réflexion, il établira sur des fondements inébranlables des monuments immortels.

C'est faute de plan, c'est pour n'avoir pas assez réfléchi sur son objet, qu'un homme d'esprit se trouve embarrassé, et ne sait par où commencer à écrire. Il aperçoit à la fois un grand nombre d'idées; et, comme il ne les a ni comparées ni subordonnées, rien ne le détermine à préférer les unes aux autres; il demeure donc dans la perplexité : mais, lorsqu'il se sera fait un plan, lorsqu'une fois il aura rassemblé et mis en ordre toutes les pensées essentielles à son sujet, il s'apercevra aisément de l'instant auquel il doit prendre la plume; il sentira le point de maturité de la production de l'esprit; il sera pressé de la faire éclore; il n'aura même que du plaisir à écrire : les idées se succéderont aisément, et le style sera naturel et facile; la chaleur naîtra de ce plaisir, se répandra partout, et donnera de la vie à chaque expression; tout s'animera de plus en plus; le ton s'élèvera, les objets prendront de la couleur; et le sentiment, se joignant à la lumière, l'augmentera, la portera plus loin, la fera passer de ce que l'on dit à ce que l'on va dire, et le style deviendra intéressant et lumineux.

Rien ne s'oppose plus à la chaleur que le désir de mettre partout des traits saillants; rien n'est plus contraire à la lumière qui doit faire un corps et se répandre uniformément dans un écrit, que ces étincelles qu'on ne tire que par force en choquant les mots les uns contre les autres, et qui ne nous éblouissent pendant quelques instants, que pour nous laisser ensuite dans les ténèbres. Ce sont des pensées qui ne brillent que par l'opposition; l'on ne présente qu'un côté de l'objet; on met dans l'ombre toutes les autres faces; et, ordinairement, ce côté qu'on choisit est une pointe, un angle sur lequel on fait jouer l'esprit avec d'autant plus de facilité qu'on l'éloigne davantage des grandes faces sous lesquelles le bon sens a coutume de considérer les choses.

Rien n'est encore plus opposé à la véritable éloquence que l'emploi de ces pensées fines, et la recherche de ces idées légères, déliées, sans consistance, et qui, comme la feuille du métal battu, ne prennent de l'éclat qu'en perdant de la solidité. Ainsi, plus on mettra de cet esprit mince et brillant dans un écrit, moins il aura de nerf, de lumière, de chaleur et de style; à moins que cet esprit ne soit lui-même le fond du sujet, et que l'écrivain n'ait pas eu d'autre objet que la plaisanterie : alors l'art de dire de petites choses devient peut-être plus difficile que l'art de dire de grandes.

Rien n'est plus opposé au beau naturel que la peine qu'on se donne pour exprimer des choses ordinaires ou communes d'une manière singulière ou pompeuse; rien ne dégrade plus l'écrivain. Loin de l'admirer, on le plaint d'avoir passé tant de temps à faire de nouvelles combinaisons de syllabes, pour ne dire que ce que tout le monde dit. Ce défaut est celui des esprits cultivés, mais stériles : ils ont des mots en abondance, point d'idées; ils travaillent donc sur les mots, et s'imaginent avoir combiné des idées, parce qu'ils ont arrangé des phrases, et avoir épuré le langage quand ils l'ont corrompu en détournant les acceptions. Ces écrivains n'ont point de style, ou, si l'on veut, ils n'en ont que l'ombre. Le style doit graver des pensées, ils ne savent que tracer des paroles.

Pour bien écrire, il faut donc posséder pleinement son sujet; il faut y réfléchir assez pour voir clairement l'ordre de ses pensées, et en former une suite, une chaîne continue, dont

n'a pu faire d'autre reproche que celui des sections trop fréquentes.

chaque point représente une idée; et, lorsqu'on aura pris la plume, il faudra la conduire successivement sur ce premier trait, sans lui permettre de s'en écarter, sans l'appuyer trop inégalement, sans lui donner d'autre mouvement que celui qui sera déterminé par l'espace qu'elle doit parcourir. C'est en cela que consiste la sévérité du style; c'est aussi ce qui en fera l'unité et ce qui en réglera la rapidité; et cela seul aussi suffira pour le rendre précis et simple, égal et clair, vif et suivi. A cette première règle, dictée par le génie, si l'on joint de la délicatesse et du goût, du scrupule sur le choix des expressions, de l'attention à ne nommer les choses que par les termes les plus généraux, le style aura de la noblesse. Si l'on y joint encore de la défiance pour son premier mouvement, du mépris pour tout ce qui n'est que brillant, et une répugnance constante pour l'équivoque et la plaisanterie, le style aura de la gravité, il aura même de la majesté. Enfin, si l'on écrit comme l'on pense, si l'on est convaincu de ce que l'on veut persuader, cette bonne foi avec soi-même, qui fait la bienséance pour les autres et la vérité du style, lui fera produire tout son effet, pourvu que cette persuasion intérieure ne se marque pas par un enthousiasme trop fort, et qu'il y ait partout plus de candeur que de confiance, plus de raison que de chaleur.

C'est ainsi, messieurs, qu'il me semblait, en vous lisant, que vous me parliez, que vous m'instruisiez. Mon âme, qui recueillait avec avidité ces oracles de la sagesse, voulait prendre l'essor et s'élever jusqu'à vous : vains efforts! Les règles, disiez-vous encore, ne peuvent suppléer au génie; s'il manque, elles seront inutiles. Bien écrire, c'est tout à la fois bien penser, bien sentir et bien rendre; c'est avoir en même temps de l'esprit, de l'âme et du goût. Le style suppose la réunion et l'exercice de toutes les facultés intellectuelles : les idées seules forment le fond du style, l'harmonie des paroles n'en est que l'accessoire, et ne dépend que de la sensibilité des organes. Il suffit d'avoir un peu d'oreille pour éviter les dissonances, et de l'avoir exercée, perfectionnée par la lecture des poëtes et des orateurs, pour que mécaniquement on soit porté à l'imitation de la cadence poétique et des tours oratoires. Or, jamais l'imitation n'a rien créé : aussi cette harmonie des mots ne fait ni le fond, ni le ton du style, et se trouve souvent dans des écrits vides d'idées.

Le ton n'est que la convenance du style à la nature du sujet; il ne doit jamais être forcé; il naîtra naturellement du fond même de la chose, et dépendra beaucoup du point de généralité auquel on aura porté ses pensées. Si l'on s'est élevé aux idées les plus générales, et si l'objet en lui-même est grand, le ton paraîtra s'élever à la même hauteur; et si, en le soutenant à cette élévation, le génie fournit assez pour donner à chaque objet une forte lumière, si l'on peut ajouter la beauté du coloris à l'énergie du dessin, si l'on peut, en un mot, représenter chaque idée par une image vive et bien terminée, et former de chaque suite d'idées un tableau harmonieux et mouvant, le ton sera non-seulement élevé, mais sublime.

Ici, messieurs, l'application ferait plus que la règle; les exemples instruiraient mieux que les préceptes : mais, comme il ne m'est pas permis de citer les morceaux sublimes qui m'ont si souvent transporté en lisant vos ouvrages, je suis contraint de me borner à des réflexions. Les ouvrages bien écrits seront les seuls qui passeront à la postérité. La quantité des connaissances, la singularité des faits, la nouveauté même des découvertes, ne sont pas de sûrs garants de l'immortalité; si les ouvrages qui les contiennent ne roulent que sur de petits objets, s'ils sont écrits sans goût, sans noblesse et sans génie, ils périront, parce que les connaissances, les faits et les découvertes s'enlèvent aisément, se transportent, et gagnent même à être mis en œuvre par des mains plus habiles. Ces choses sont hors de l'homme, le style est l'homme même. Le style ne peut donc ni s'enlever, ni se transporter, ni s'altérer : s'il est élevé, noble, sublime, l'auteur sera également admiré dans tous les temps; car il n'y a que la vérité qui soit durable, et même éternelle. Or, un beau style n'est tel en effet que par le nombre infini des vérités qu'il présente. Toutes les beautés intellectuelles qui s'y trouvent, tous les rapports dont il est composé, sont autant de vérités aussi utiles, et peut-être plus précieuses pour l'esprit humain, que celles qui peuvent faire le fond du sujet.

Le sublime ne peut se trouver que dans les grands sujets. La poésie, l'histoire et la philosophie ont toutes le même objet, et un très-grand objet, l'homme et la nature. La philosophie décrit et dépeint la nature; la poésie la peint et l'embellit; elle peint aussi les hommes, elle les

agrandit, les exagère; elle crée les héros et les dieux : l'histoire ne peint que l'homme, et le peint tel qu'il est; ainsi le ton de l'historien ne deviendra sublime que quand il fera le portrait des plus grands hommes, quand il exposera les plus grandes actions, les plus grands mouvements, les plus grandes révolutions, et, partout ailleurs, il suffira qu'il soit majestueux et grave. Le ton du philosophe pourra devenir sublime toutes les fois qu'il parlera des lois de la nature, des êtres en général, de l'espace, de la matière, du mouvement et du temps, de l'âme, de l'esprit humain, des sentiments, des passions : dans le reste, il suffira qu'il soit noble et élevé. Mais le ton de l'orateur et du poëte, dès que le sujet est grand, doit toujours être sublime, parce qu'ils sont les maîtres de joindre à la grandeur de leur sujet autant de couleur, autant de mouvement, autant d'illusion qu'il leur plaît; et que, devant toujours peindre et toujours grandir les objets, ils doivent aussi partout employer toute la force et déployer toute l'étendue de leur génie.

ADRESSE

A MM. DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE.

Que de grands objets, messieurs, frappent ici mes yeux! et quel style et quel ton faudrait-il employer pour les peindre et les représenter dignement! L'élite des hommes est assemblée. la sagesse est à leur tête. La gloire, assise au milieu d'eux, répand ses rayons sur chacun et les couvre tous d'un éclat toujours le même et toujours renaissant. Des traits d'une lumière plus vive encore partent de sa couronne immortelle, et vont se réunir sur le front auguste du plus puissant et du meilleur des rois [1]. Je le vois ce héros, ce prince adorable, ce maître si cher. Quelle noblesse dans tous ses traits! quelle majesté dans toute sa personne! que d'âme et de douceur naturelle dans ses regards! il les tourne vers vous, messieurs, et vous brillez d'un nouveau feu; une ardeur plus vive vous embrase; j'entends déjà vos divins accents et les accords de vos voix; vous les réunissez pour célébrer ses vertus, pour chanter ses victoires, pour applaudir à notre bonheur; vous les réunissez pour faire éclater votre zèle, exprimer votre amour, et transmettre à la postérité des sentiments dignes de ce grand prince et de ses descendants. Quels concerts! ils pénètrent mon cœur; ils seront immortels comme le nom de Louis.

Dans le lointain, quelle autre scène de grands objets! le génie de la France, qui parle à Richelieu, et lui dicte à la fois l'art d'éclairer les hommes et de faire régner les rois. La justice et la science qui conduisent Séguier, et l'élèvent de concert à la première place de leurs tribunaux. La victoire qui s'avance à grands pas, et précède le char triomphal de nos rois, où Louis-le-Grand, assis sur des trophées, d'une main donne la paix aux nations vaincues, et de l'autre rassemble dans ce palais les muses dispersées. Et près de moi, messieurs, quel autre objet intéressant! la Religion en pleurs, qui vient emprunter l'organe de l'éloquence pour exprimer sa douleur, et semble m'accuser de suspendre trop longtemps vos regrets sur une perte que nous devons tous ressentir avec elle [1].

[1] Louis XV.

[1] Celle de M. Languet de Gergy, archevêque de Sens, auquel j'ai succédé à l'Académie française.

PROJET D'UNE REPONSE

A M. DE COETLOSQUET,

ANCIEN ÉVÊQUE DE LIMOGES,

LORS DE SA RÉCEPTION A L'ACADÉMIE FRANÇAISE [2].

Monsieur,

En vous témoignant la satisfaction que nous avons à vous recevoir, je ne ferai pas l'énumération de tous les droits que vous aviez à nos vœux. Il est un petit nombre d'hommes que les éloges font rougir, que la louange déconcerte, que la vérité même blesse, lorsqu'elle est trop flatteuse. Cette noble délicatesse, qui fait la bienséance du caractère, suppose la perfection de toutes les qualités intérieures. Une âme belle et sans tache, qui veut se conserver dans toute sa pureté, cherche moins à paraître qu'à se couvrir du voile de la modestie; jalouse de ses beautés, qu'elle compte par le nombre de ses vertus, elle ne permet pas que le souffle impur

[2] Cette réponse devait être prononcée en 1760, le jour de la réception de M. l'évêque de Limoges à l'Académie française; mais, comme ce prélat se retira pour laisser passer deux hommes de lettres qui aspiraient en même temps à l'Académie, cette réponse n'a été ni prononcée ni imprimée.

des passions étrangères en ternisse le lustre : imbue de très-bonne heure des principes de la religion, elle en conserve avec le même soin les impressions sacrées : mais, comme ces caractères divins sont gravés en traits de flamme, leur éclat perce et colore de son feu le voile qui nous les dérobait ; alors il brille à tous les yeux et sans les offenser. Bien différent de l'éclat de la gloire, qui toujours nous frappe par éclairs, et souvent nous aveugle, celui de la vertu n'est qu'une lumière bienfaisante, qui nous guide, qui nous éclaire, et dont les rayons nous vivifient.

Accoutumée à jouir en silence du bonheur attaché à l'exercice de la sagesse, occupée sans relâche à recueillir la rosée céleste de la grâce divine, qui seule nourrit la piété, cette âme vertueuse et modeste se suffit à elle-même : contente de son intérieur, elle a peine à se répandre au-dehors ; elle ne s'épanche que vers Dieu. La douceur et la paix, l'amour de ses devoirs la remplissent, l'occupent tout entière ; la charité seule a droit de l'émouvoir ; mais alors son zèle, quoique ardent, est encore modeste ; il ne s'annonce que par l'exemple ; il porte l'empreinte du sentiment tendre qui le fit naître ; c'est la vertu, seulement devenue plus active.

Tendre piété! vertu sublime! vous méritez tous nos respects ; vous élevez l'homme au-dessus de son être, vous l'approchez du Créateur, vous en faites sur la terre un habitant des cieux. Divine modestie! vous méritez tout notre amour ; vous faites seule la gloire du sage, vous faites aussi la décence du saint état des ministres de l'autel : vous n'êtes point un sentiment acquis par le commerce des hommes ; vous êtes un don du ciel, une grâce qu'il accorde en secret à quelques âmes privilégiées pour rendre la vertu plus aimable ; vous rendriez même, s'il était possible, le vice moins choquant. Mais jamais vous n'avez habité dans un cœur corrompu ; la honte y a pris votre place ; elle prend aussi vos traits lorsqu'elle veut sortir de ces replis obscurs où le crime l'a fait naître ; elle couvre de votre voile sa confusion, sa bassesse. Sous ce lâche déguisement elle ose donc paraître : mais elle soutient mal la lumière du jour ; elle a l'œil trouble et le regard louche ; elle marche à pas obliques dans des routes souterraines où le soupçon la suit ; et, lorsqu'elle croit échapper à tous les yeux, un rayon de la vérité luit, il perce le nuage ; l'illusion se dissipe, le prestige s'évanouit, le scandale seul reste, et l'on voit à nu toutes les difformités du vice grimaçant la vertu.

Mais détournons les yeux ; n'achevons pas le portrait hideux de la noire hypocrisie ; ne disons pas que, quand elle a perdu le masque de la honte, elle arbore le panache de l'orgueil, et qu'alors elle s'appelle impudence. Ces monstres odieux sont indignes de faire ici contraste dans le tableau des vertus ; ils souilleraient nos pinceaux. Que la modestie, la piété, la modération, la sagesse soient mes seuls objets et mes seuls modèles. Je les vois, ces nobles filles du ciel, sourire à ma prière ; je les vois, chargées de tous leurs dons, s'avancer à ma voix pour les réunir ici sur la même personne ; et c'est de vous, monsieur, que je vais emprunter encore des traits vivants qui les caractérisent.

Au peu d'empressement que vous avez marqué pour les dignités, à la contrainte qu'il a fallu vous faire pour vous amener à la cour, à l'espèce de retraite dans laquelle vous continuez d'y vivre, au refus absolu que vous fîtes de l'archevêché de Tours, qui vous était offert, aux délais même que vous avez mis à satisfaire les vœux de l'académie, qui pourrait méconnaître cette modestie pure que j'ai tâché de peindre? L'amour des peuples de votre diocèse, la tendresse paternelle qu'on vous connaît pour eux, les marques publiques qu'ils donnèrent de leur joie, lorsque vous refusâtes de les quitter, et parûtes plus flatté de leur attachement que de l'éclat d'un siége plus élevé, les regrets universels qu'ils ne cessent de faire encore entendre, ne sont-ils pas les effets les plus évidents de la sagesse, de la modération, du zèle charitable, et ne supposent-ils pas le talent rare de se concilier les hommes en les conduisant? talent qui ne peut s'acquérir que par une connaissance parfaite du cœur humain, et qui cependant paraît vous être naturel, puisqu'il s'est annoncé dès les premiers temps, lorsque, formé sous les yeux de M. le cardinal de la Rochefoucauld, vous eûtes sa confiance et celle de tout son diocèse ; talent peut-être le plus nécessaire de tous, pour le succès de l'éducation des princes ; car ce n'est en effet qu'en se conciliant leur cœur que l'on peut le former.

Vous êtes maintenant à portée, monsieur, de le faire valoir, ce talent précieux ; il peut devenir entre vos mains l'instrument du bonheur des hommes ; nos jeunes princes sont destinés à être

quelque jour leurs maîtres ou leurs modèles; ils font déjà l'amour de la nation; leur auguste père vous honore de toute sa confiance; sa tendresse, d'autant plus active, d'autant plus éclairée qu'elle est plus vive et plus vraie, ne s'est point méprise : que faut-il de plus pour faire applaudir à son discernement et pour justifier son choix? Il vous a préposé, monsieur, à cette éducation si chère, certain que ses augustes enfants vous aimeraient, puisque vous êtes universellement aimé. . . . .
Universellement aimé : à ce seul mot, que je ne crains point de répéter, vous sentez, monsieur, combien je pourrais étendre, élever mes éloges; mais je vous ai promis d'avance toute la discrétion que peut exiger la délicatesse de votre modestie. Je ne puis néanmoins vous quitter encore, ni passer sous silence un fait qui seul prouverait tous les autres, et dont le simple récit a pénétré mon cœur; c'est ce triste et dernier devoir que, malgré la douleur qui déchirait votre âme, vous rendîtes avec tant d'empressement et de courage à la mémoire de M. le cardinal de la Rochefoucauld. Il vous avait donné les premières leçons de la sagesse; il avait vu germer et croître vos vertus par l'exemple des siennes; il était, si j'ose m'exprimer ainsi, le père de votre âme : et vous, monsieur, vous aviez pour lui plus que l'amour d'un fils, une constance d'attachement qui ne fut jamais altérée, une reconnaissance si profonde, qu'au lieu de diminuer avec le temps, elle a paru toujours s'augmenter pendant la vie de votre illustre ami, et que, plus vive encore après son décès, ne pouvant plus la contenir, vous la fîtes éclater en allant mêler vos larmes à celles de tout son diocèse, et prononcer son éloge funèbre, pour arracher au moins quelque chose à la mort en ressuscitant ses vertus.

Vous venez aussi, monsieur, de jeter des fleurs immortelles sur le tombeau du prélat auquel vous succédez. Quand on aime autant la vertu, on sait la reconnaître partout, et la louer sous toutes les faces qu'elle peut présenter. Unissons nos regrets à vos éloges. . . . .
Le reste de ce discours manque, les circonstances ayant changé. M. l'ancien évêque de Limoges aurait même voulu qu'il fût supprimé en entier. J'ai fait ce que j'ai pu pour le satisfaire; mais l'ouvrage étant trop avancé, et les feuilles tirées jusqu'à la page 16, je n'ai pu supprimer cette partie du discours, et je la laisse comme un hommage rendu à la piété, à la vertu et à la vérité.

RÉPONSE
A M. WATELET,

LE JOUR DE SA RÉCEPTION A L'ACADÉMIE FRANCAISE,

LE SAMEDI 19 JANVIER 1761.

MONSIEUR,

Si jamais il y eut dans une compagnie un deuil de cœur général et sincère, c'est celui de ce jour. M. de Mirabaud, auquel vous succédez, monsieur, n'avait ici que des amis, quelque digne qu'il fût d'y avoir des rivaux. Souffrez donc que le sentiment qui nous afflige paraisse le premier, et que les motifs de nos regrets précèdent les raisons qui peuvent nous consoler. M. de Mirabaud, votre confrère et votre ami, messieurs, a tenu pendant près de vingt ans la plume sous vos yeux. Il était plus qu'un membre de notre corps, il en était le principal organe : occupé tout entier du service et de la gloire de l'Académie, il lui avait consacré et ses jours et ses veilles; il était, dans votre cercle, le centre auquel se réunissaient vos lumières qui ne perdaient rien de leur éclat en passant par sa plume. Connaissant par un si long usage toute l'utilité de sa place, pour les progrès de vos travaux académiques, il n'a voulu la quitter, cette place qu'il remplissait si bien, qu'après vous avoir désigné, messieurs, celui d'entre vous que vous avez tous jugé convenir le mieux [1], et qui joint en effet à tous le talents de l'esprit, cette droiture délicate qui va jusqu'au scrupule dès qu'il s'agit de remplir ses devoirs. M. de Mirabaud a joui lui-même de ce bien qu'il nous a fait; il a eu la satisfaction, pendant ses dernières années, de voir les premiers fruits de cet heureux choix. Le grand âge n'avait point affaissé l'esprit; il n'avait altéré ni ses sens, ni ses facultés intérieures : les tristes impressions du temps ne s'étaient marquées que par le dessèchement du corps. A quatre-vingt-six ans, M. de Mirabaud avait encore le feu de la jeunesse et la sève de l'âge

[1] M. Duclos a succédé à M. de Mirabaud dans la place de secrétaire de l'Académie française.

mûr; une gaîté vive et douce, une sérénité d'âme, une aménité de mœurs qui faisaient disparaître la vieillesse, ou ne la laissaient voir qu'avec cette espèce d'attendrissement qui suppose bien plus que du respect. Libre de passions, et sans autres liens que ceux de l'amitié, il était plus à ses amis qu'à lui-même : il a passé sa vie dans une société dont il faisait les délices, société douce quoiqu'intime, que la mort seule a pu dissoudre.

Ses ouvrages portent l'empreinte de son caractère : plus un homme est honnête, et plus ses écrits lui ressemblent. M. de Mirabaud joignait toujours le sentiment à l'esprit, et nous aimons à le lire comme nous aimions à l'entendre; mais il avait si peu d'attachement pour ses productions, il craignait si fort et le bruit et l'éclat, qu'il a sacrifié celles qui pouvaient le plus contribuer à sa gloire. Nulle prétention malgré son mérite éminent; nul empressement a se faire valoir; nul penchant à parler de soi; nul désir, ni apparent ni caché, de se mettre au-dessus des autres : ses propres talents n'étaient à ses yeux que des droits qu'il avait acquis pour être plus modeste, et il paraissait n'avoir cultivé son esprit que pour élever son âme et perfectionner ses vertus.

Vous, monsieur, qui jugez si bien de la vérité des peintures, auriez-vous saisi tous les traits qui vous sont communs avec votre prédécesseur dans l'esquisse que je viens de tracer? Si l'art que vous avez chanté pouvait s'étendre jusqu'à peindre les âmes, nous verrions d'un coup d'œil ces ressemblances heureuses que je ne puis qu'indiquer; elles consistent également et dans ces qualités du cœur si précieuses à la société, et dans ces talents de l'esprit qui vous ont mérité nos suffrages. Toute grande qu'est notre perte, vous pouvez donc, monsieur, plus que la réparer : vous venez d'enrichir les arts et notre langue d'un ouvrage qui suppose, avec la perfection du goût, tant de connaissances différentes, que vous seul peut-être en possédez les rapports et l'ensemble; vous seul, et le premier, avez osé tenter de représenter par des sons harmonieux les effets des couleurs; vous avez essayé de faire pour la peinture ce qu'Horace fit pour la poésie, *un monument plus durable que le bronze*. Rien ne garantira des outrages du temps ces tableaux précieux des Raphael, des Titien, des Corrége; nos arrière-neveux regretteront ces chefs-d'œuvre, comme nous regrettons nous-mêmes ceux des Zeuxis et des Apelles. Si vos leçons savantes sont d'un si grand prix pour nos jeunes artistes, que ne vous devront pas, dans les siècles futurs, l'art lui-même, et ceux qui le cultiveront? Au feu de vos lumières, ils pourront réchauffer leur génie; ils retrouveront au moins, dans la fécondité de vos principes et dans la sagesse de vos préceptes, une partie des secours qu'ils auraient tirés de ces modèles sublimes, qui ne subsisteront plus que par la renommée.

RÉPONSE
A M. DE LA CONDAMINE,

LE JOUR DE SA RÉCEPTION A L'ACADÉMIE FRANÇAISE,

LE LUNDI 21 JANVIER 1761.

MONSIEUR,

Du génie pour les sciences, du goût pour la littérature, du talent pour écrire, de l'ardeur pour entreprendre, du courage pour exécuter, de la constance pour achever, de l'amitié pour vos rivaux, du zèle pour vos amis, de l'enthousiasme pour l'humanité : voilà ce que vous connaît un ancien ami, un confrère de trente ans, qui se félicite aujourd'hui de le devenir pour la seconde fois [1].

Avoir parcouru l'un et l'autre hémisphère, traversé les continents et les mers, surmonté les sommets sourcilleux de ces montagnes embrasées, où des glaces éternelles bravent également et les feux souterrains et les ardeurs du midi; s'être livré à la pente précipitée de ces cataractes écumantes, dont les eaux suspendues semblent moins rouler sur la terre que descendre des nues; avoir pénétré dans ces vastes déserts, dans ces solitudes immenses, où l'on trouve à peine quelques vestiges de l'homme, où la nature, accoutumée au plus profond silence, dut être étonnée de s'entendre interroger pour la première fois; avoir plus fait, en un mot, par le seul motif de la gloire des lettres, que l'on ne fit jamais par la soif de l'or : voilà ce que connaît de vous l'Europe et ce que dira de vous la postérité.

[1] J'étais depuis très-long-temps confrère de M. de la Condamine à l'Académie des Sciences.

Mais, n'anticipons ni sur les espaces ni sur les temps : vous savez que le siècle où l'on vit est sourd, que la voix du compatriote est faible ; laissons donc à nos neveux le soin de répéter ce que dit de vous l'étranger, et bornez aujourd'hui votre gloire à celle d'être assis parmi nous.

La mort met cent ans de distance entre un jour et l'autre : louons de concert le prélat auquel vous succédez[1]; sa mémoire est digne de nos éloges, sa personne digne de nos regrets. Avec de grands talents pour les négociations, il avait la volonté de bien servir l'état; volonté dominante dans M. de Vauréal, et qui dans tant d'autres n'est que subordonnée à l'intérêt personnel. Il joignait à une grande connaissance du monde, le dédain de l'intrigue; au désir de la gloire, l'amour de la paix, qu'il a maintenue dans son diocèse, même dans les temps les plus orageux. Nous lui connaissions cette éloquence naturelle, cette force de discours, cette heureuse confiance, qui souvent sont nécessaires pour ébranler, pour émouvoir; et en même temps cette facilité à revenir sur soi-même, cette espèce de bonne foi si séante, qui persuade encore mieux, et qui seule achève de convaincre. Il laissait paraître ses talents et cachait ses vertus; son zèle charitable s'étendait en secret à tous les indigents : riche par son patrimoine et plus encore par les grâces du roi, dont nous ne pouvons trop admirer la bonté bienfaisante, M. de Vauréal sans cesse faisait du bien, et le faisait en grand; il donnait sans mesure; il donnait en silence; il servait ardemment; il servait sans retour personnel; et jamais ni les besoins du faste, si pressants à la cour, ni la crainte si fondée de faire des ingrats, n'ont balancé dans cette âme généreuse le sentiment plus noble d'aider aux malheureux.

RÉPONSE

A M. LE CH^ER DE CHATELUX,

LE JOUR DE SA RÉCEPTION A L'ACADÉMIE FRANÇAISE,

LE JEUDI 27 AVRIL 1775.

MONSIEUR,

On ne peut qu'accueillir avec empressement quelqu'un qui se présente avec autant de grâce; le pas que vous avez fait en arrière sur le seuil de ce temple, vous a fait couronner avant d'entrer au sanctuaire[1]; vous veniez à nous, et votre modestie nous a mis dans le cas d'aller tous au-devant : arrivez en triomphe et ne craignez pas que j'afflige cette vertu qui vous est chère; je vais même la satisfaire en blâmant à vos yeux ce qui seul peut la faire rougir.

La louange publique, signe éclatant du mérite, est une monnaie plus précieuse que l'or, mais qui perd son prix et même devient vile, lorsqu'on la convertit en effets de commerce. Subissant autant de déchet par le change, que le métal, signe de notre richesse, acquiert de valeur par la circulation, la louange réciproque nécessairement exagérée, n'offre-t-elle pas un commerce suspect entre particuliers, et peu digne d'une compagnie dans laquelle il doit suffire d'être admis pour être assez loué? Pourquoi les voûtes de ce lycée ne forment-elles jamais que des échos multipliés d'éloges retentissants? pourquoi ces murs, qui devraient être sacrés, ne peuvent-ils nous rendre le ton modeste et la parole de la vérité? Une couche antique d'encens brûlé revêt leurs parois et les rend sourds à cette parole divine qui ne frappe que l'âme. S'il faut étonner l'ouïe, s'il faut les éclats de la trompette pour se faire entendre, je ne le puis; et ma voix, dût-elle se perdre sans effet, ne blessera pas au moins cette vérité sainte, que rien n'afflige plus après la calomnie que la fausse louange.

Comme un bouquet de fleurs assorties dont chacune brille de ses couleurs, et porte son parfum, l'éloge doit présenter les vertus, les talents, les travaux de l'homme célébré. Qu'on passe sous silence les vices, les défauts, les erreurs, c'est retrancher du bouquet les feuilles desséchées, les herbes épineuses, et celles dont l'odeur serait désagréable. Dans l'histoire, ce silence mutile la vérité; il ne l'offense pas dans l'éloge. Mais la vérité ne permet ni les jugements de mauvaise foi, ni les fausses adulations; elle se révolte contre ces mensonges colorés auxquels on fait porter son masque. Bientôt elle fait justice de toutes ces réputations éphémères, fondées sur le commerce et l'abus de la louange; portant d'une main l'éponge de l'oubli et de l'autre le burin de la

[1] M. de la Condamine succéda, à l'Académie Française, à M. de Vauréal, évêque de Rennes.

[1] M. le chevalier de Chatelux, qui était désiré par l'Académie, et qui en conséquence s'était présenté, se retira pour engager M. de Malesherbes à passer avant lui.

gloire, elle efface sous nos yeux les caractères du prestige, et grave pour la postérité les seuls traits qu'elle doit consacrer.

Elle sait que l'éloge doit non-seulement couronner le mérite, mais le faire germer; par ces nobles motifs elle a cédé partie de son domaine: le panégyriste doit se taire sur le mal moral, exalter le bien, présenter les vertus dans leur plus grand éclat (mais les talents dans leur vrai jour), et les travaux accompagnés, comme les vertus, de ces rayons de gloire dont la chaleur vivifiante fait naître le désir d'imiter les unes et le courage pour égaler les autres, toutefois en mesurant les forces de notre faible nature, qui s'effraierait à la vue d'une vertu gigantesque et prend pour un fantôme tout modèle trop grand ou trop parfait.

L'éloge d'un souverain sera suffisamment grand, quoique simple, si l'on peut prononcer comme une vérité reconnue : NOTRE ROI VEUT LE BIEN ET DÉSIRE D'ÊTRE AIMÉ; la toute-puissance compagne de sa volonté ne se déploie que pour augmenter le bonheur de ses peuples; dans l'âge de la dissipation, il s'occupe avec assiduité; son application aux affaires annonce l'ordre et la règle; l'attention sérieuse de l'esprit, qualité si rare dans la jeunesse, semble être un don de naissance qu'il a reçu de son auguste père, et la justesse de son discernement n'est-elle pas démontrée par les faits? Il a choisi pour coopérateur le plus ancien, le plus vertueux et le plus éclairé de ses hommes d'état[1], grand ministre éprouvé par les revers, dont l'âme pure et ferme ne s'est pas plus affaissée sous la disgrâce qu'enflée par la faveur. Mon cœur palpite au nom du créateur de mes ouvrages, et ne se calme que par le sentiment du repos le plus doux; c'est que, comblé de gloire, il est au-dessus de mes éloges. Ici j'invoque encore la vérité : loin de me démentir, elle approuvera tout ce que je viens de prononcer; elle pourrait même m'en dicter davantage.

Mais, dira-t-on, l'éloge en général ayant la vérité pour base, et chaque louange portant son caractère propre, le faisceau réuni dans ces traits glorieux ne sera pas encore un trophée; on doit l'orner de franges, le serrer d'une chaîne de brillants : car il ne suffit pas qu'on ne puisse le délier ou le rompre, il faut de plus le faire accueillir, admirer, applaudir, et que l'acclamation publique, étouffant le murmure de ces hommes dédaigneux ou jaloux, confirme ou justifie la voix de l'orateur. Or, l'on manque ce but, si l'on présente la vérité sans parure et trop nue. Je l'avoue : mais ne vaut-il pas mieux sacrifier ce petit bien frivole, au grand et solide honneur de transmettre à la postérité les portraits ressemblants de nos contemporains? Elle les jugera par leurs œuvres, et pourrait démentir nos éloges.

Malgré cette rigueur que je m'impose ici, je me trouve fort à mon aise avec vous, monsieur; actions brillantes, travaux utiles, ouvrages savants, tout se présente à la fois; et comme une tendre amitié m'attache à vous de tous les temps, je parlerai de votre personne avant d'exposer vos talents. Vous fûtes le premier d'entre nous qui ait eu le courage de braver le préjugé contre l'inoculation; seul, sans conseil, à la fleur de l'âge, mais décidé par maturité de raison, vous fîtes sur vous-même l'épreuve qu'on redoutait encore: grand exemple, parce qu'il fut le premier, parce qu'il a été suivi par des exemples plus grands encore, lesquels ont rassuré tous les cœurs des Français sur la vie de leurs princes adorés. Je fus aussi le premier témoin de votre heureux succès : avec quelle satisfaction je vous vis arriver de la campagne portant les impressions récentes qui ne me parurent que des stigmates de courage! Souvenez-vous de cet instant! L'hilarité peinte sur votre visage en couleurs plus vives que celles du mal, vous me dites : *Je suis sauvé, et mon exemple en sauvera bien d'autres.*

Ce dernier mot peint votre âme; je n'en connais aucune qui ait un zèle plus ardent pour le bonheur de l'humanité. Vous teniez la lampe sacrée de ce noble enthousiasme lorsque vous conçûtes le projet de votre ouvrage sur la félicité publique. Ouvrage de votre cœur, avec quelle affection n'y présentez-vous pas le tableau successif des malheurs du genre humain! avec quelle joie vous saisissez les courts intervalles de son bonheur ou plutôt de sa tranquillité! Ouvrage de votre esprit, que des vues saines, que d'idées approfondies, que de combinaisons aussi délicates que difficiles. J'ose le dire, si votre livre pèche, c'est par trop de mérite; l'immense érudition que vous y avez déployée, couvre d'une forte draperie les objets principaux. Cependant cette grande érudition, qui seule suffirait pour vous donner des titres

[1] M. le comte de Maurepas.

auprès de toutes les académies, vous était nécessaire comme preuve de vos recherches; vous avez puisé vos connaissances aux sources mêmes du savoir, et suivant pas à pas les auteurs contemporains, vous avez présenté la condition des hommes et l'état des nations sous leur vrai point de vue, mais avec cette exactitude scrupuleuse et ces pièces justificatives qui rebutent tout lecteur léger, et supposent dans les autres une forte attention. Lorsqu'il vous plaira donc de donner une nouvelle culture à votre riche fonds, vous pourrez arracher ces épines qui couvrent une partie de vos plus beaux terrains, et vous n'offrirez plus qu'une vaste terre émaillée de fleurs et chargée de fruits que tout homme de goût s'empressera de cueillir. Je vais vous citer à vous-même pour exemple.

Quelle lecture plus instructive pour les amateurs des arts, que celle de votre Essai sur l'union de la poésie et de la musique! C'est encore au bonheur public que cet ouvrage est consacré; il donne le moyen d'augmenter les plaisirs purs de l'esprit par le chatouillement innocent de l'oreille. Une idée mère et neuve s'y développe avec grâce dans toute son étendue : il doit y avoir du style en musique; chaque air doit être fondé sur un motif, sur une idée principale relative à quelque objet sensible; et l'union de la musique à la poésie ne peut être parfaite qu'autant que le poëte et le musicien conviendront d'avance de représenter la même idée, l'un par des mots, et l'autre par des sons. C'est avec toute confiance que je renvoie les gens de goût à la démonstration de cette vérité, et aux charmants exemples que vous en avez donnés.

Quelle autre lecture plus agréable que celle des éloges de ces illustres guerriers, vos amis, vos émules, et que par modestie vous appelez vos maîtres? Destiné par votre naissance à la profession des armes, comptant dans vos ancêtres de grands militaires, des hommes d'état plus grands encore, parce qu'ils étaient en même temps très-grands hommes de lettres, vous avez été poussé, par leur exemple, dans les deux carrières, et vous vous êtes annoncé d'abord avec distinction dans celle de la guerre. Mais votre cœur de paix, votre esprit de patriotisme et votre amour pour l'humanité vous prenaient tous les moments que le devoir vous laissait; et, pour ne pas trop s'éloigner de ce devoir sacré d'état, vos premiers travaux littéraires ont été des éloges militaires. Je ne citerai que celui de M. le baron de Closen, et je demande si ce n'est pas une espèce de modèle en ce genre?

Et le discours que nous venons d'entendre n'est-il pas un nouveau fleuron que l'on doit ajouter à vos anciens blasons? la main du goût va le placer; puisque c'est son ouvrage, elle le mettra sans doute au-dessus de vos autres couronnes.

Je vous quitte à regret, monsieur; mais vous succédez à un digne académicien qui mérite aussi des éloges, et d'autant plus qu'il les recherchait moins. Sa mémoire, honorée par tous les gens de bien, nous est chère en particulier, par son respect constant pour cette compagnie. M. de Châteaubrun, homme juste et doux, pieux, mais tolérant, sentait, savait que l'empire des lettres ne peut s'accroître et se soutenir que par la liberté; il approuvait donc tout assez volontiers, et ne blâmait rien qu'avec discrétion. Jamais il n'a rien fait que dans la vue du bien, jamais rien dit qu'à bonne intention. Mais il faudrait faire ici l'énumération de toutes les vertus morales et chrétiennes, pour présenter en détail celles de M. de Châteaubrun. Il avait les premières par caractère, et les autres par le plus grand exemple de ce siècle en ce genre, l'exemple du prince, aïeul de son auguste élève. Guidé dans cette éducation par l'un de nos plus respectables confrères, et soutenu par son ancien et constant dévouement à cette grande maison, il a eu la satisfaction de jouir pendant quatre générations, et plus de soixante ans, de la confiance et de toute l'estime de ces illustres protecteurs.

Cultivant les belles-lettres autant par devoir que par goût, il a donné plusieurs pièces de théâtre; les *Troyennes* et *Philoctète* ont fait verser assez de larmes pour justifier l'éloge que nous faisons de ses talents. Sa vertu tirait parti de tout; elle perce à travers les noires perfidies et les superstitions que présente chaque scène; ses offrandes n'en sont pas moins pures, ses victimes moins innocentes, et même ses portraits n'en sont que plus touchants. J'ai admiré sa piété profonde par le transport qu'il en fait aux ministres des faux dieux. Thestor, grand-prêtre des Troyens, peint par M. de Châteaubrun, semble être environné de cette lumière surnaturelle qui le rendrait digne de desservir les autels du vrai Dieu. Et telle est en effet la force d'une âme vivement affectée de ce sentiment divin, qu'elle le porte au loin et le répand

sur tous les objets qui l'environnent. Si M. de Châteaubrun a supprimé, comme on l'assure, quelques pièces très-dignes de voir le jour, c'est sans doute parce qu'il ne leur a pas trouvé une assez forte teinture de ce sentiment auquel il voulait subordonner tous les autres. Dans cet instant, messieurs, je voudrais moi-même y conformer le mien. Je sens néanmoins que ce serait faire la vie d'un saint, plutôt que l'éloge d'un académicien. Il est mort à quatre-vingt-treize ans. Je viens de perdre mon père, précisément au même âge : il était, comme M. de Châteaubrun, plein de vertus et d'années. Les regrets permettent la parole; mais la douleur est muette.

RÉPONSE
A M. LE M^AL DUC DE DURAS,

LE JOUR DE SA RÉCEPTION A L'ACADÉMIE FRANÇAISE,

LE 15 MAI 1775.

Monsieur,

Aux lois que je me suis prescrites sur l'éloge dans le discours précédent, il faut ajouter un précepte également nécessaire : c'est que les convenances doivent y être senties et jamais violées; le sentiment qui les annonce doit régner partout, et vous venez, monsieur, de nous en donner l'exemple. Mais ce tact attentif de l'esprit qui fait sentir les nuances des fines bienséances, est-il un talent ordinaire qu'on puisse communiquer, ou plutôt n'est-il pas le dernier résultat des idées, l'extrait des sentiments d'une âme exercée sur des objets que le talent ne peut saisir?

La nature donne la force du génie, la trempe du caractère et le moule du cœur; l'éducation ne fait que modifier le tout : mais le goût délicat, le tact fin d'où naît ce sentiment exquis, ne peuvent s'acquérir que par un grand usage du monde dans les premiers rangs de la société. L'usage des livres, la solitude, la contemplation des œuvres de la nature, l'indifférence sur le mouvement du tourbillon des hommes, sont au contraire les seuls éléments de la vie du philosophe. Ici l'homme de cour a donc le plus grand avantage sur l'homme de lettres; il louera mieux et plus convenablement son prince et les grands, parce qu'il les connaît mieux, parce que mille fois il a senti, saisi ces rapports fugitifs que je ne fais qu'entrevoir.

Dans cette compagnie nécessairement composée de l'élite des hommes en tout genre, chacun devrait être jugé et loué par ses pairs : notre formule en ordonne autrement; nous sommes presque toujours au-dessus ou au-dessous de ceux que nous avons à célébrer. Néanmoins il faut être de niveau pour se bien connaître; il faudrait avoir les mêmes talents pour se juger sans méprise. Par exemple, j'ignore le grand art des négociations, et vous le possédez; vous l'avez exercé, monsieur, avec tout succès, je puis le dire. Mais il m'est impossible de vous louer par le détail des choses qui vous flatteraient le plus; je sais seulement, avec le public, que vous avez maintenu pendant plusieurs années, dans des temps difficiles, l'intimité de l'union entre les deux plus grandes puissances de l'Europe; je sais que devant nous représenter auprès d'une nation fière, vous y avez porté cette dignité qui se fait respecter, et cette aménité qu'on aime d'autant plus qu'elle se dégrade moins. Fidèle aux intérêts de votre souverain, zélé pour sa gloire, jaloux de l'honneur de la France, sans prétention sur celui de l'Espagne, sans mépris des usages étrangers, connaissant également les différents objets de la gloire des deux peuples, vous en avez augmenté l'éclat en les réunissant.

Représenter dignement sa nation sans choquer l'orgueil de l'autre; maintenir ses intérêts par la simple équité, porter en tout justice, bonne foi, discrétion; gagner la confiance par de si beaux moyens; l'établir sur des titres plus grands encore, sur l'exercice des vertus, me paraît un champ d'honneur si vaste, qu'en vous en ôtant une partie pour la donner à votre noble compagne d'ambassade, vous n'en serez ni jaloux, ni moins riche. Quelle part n'a-t-elle pas eue à tous vos actes de bienfaisance! votre mémoire et la sienne seront à jamais consacrées dans les fastes de l'humanité, par le seul trait que je vais rapporter.

La stérilité, suivie de la disette, avaient amené le fléau de la famine jusque dans la ville de Madrid. Le peuple mourant levait les mains au ciel pour avoir du pain. Les secours du gouvernement trop faibles ou trop lents, ne diminuaient que d'un degré cet excès de misère : vos cœurs compatissants vous la firent partager. Des som-

mes considérables, même pour votre fortune, furent employées par vos ordres à acheter des grains au plus haut prix, pour les distribuer aux pauvres. Les soulager en tout temps, en tout pays, c'est professer l'amour de l'humanité, c'est exercer la première et la plus haute de toutes les vertus. Vous en eûtes la seule récompense qui soit digne d'elle : le soulagement du peuple fut assez senti, pour qu'au Prado, sa morne tristesse, à l'aspect de tous les autres objets, se changeât tout à coup en signes de joie et en cris d'allégresse à la vue de ses bienfaiteurs; plusieurs fois, tous deux applaudis et suivis par des acclamations de reconnaissance, vous avez joui de ce bien, plus grand que tous les autres biens, de ce bonheur divin que les cœurs vertueux sont seuls en état de sentir.

Vous l'avez rapporté parmi nous, monsieur, ce cœur plein d'une noble bonté. Je pourrais appeler en témoignage une province entière qui ne démentirait pas mes éloges; mais je ne puis les terminer sans parler de votre amour pour les lettres, et de votre prévenance pour ceux qui les cultivent. C'est donc avec un sentiment unanime que nous applaudissons à nos propres suffrages. En nous nommant un confrère, nous acquérons un ami; soyons toujours, comme nous le sommes aujourd'hui, assez heureux dans nos choix, pour n'en faire aucun qui n'illustre les lettres.

Les lettres! chers et dignes objets de ma passion la plus constante, que j'ai de plaisir à vous voir honorées! que je me féliciterais si ma voix pouvait y contribuer! Mais c'est à vous, messieurs, qui maintenez leur gloire, à en augmenter les honneurs : je vais seulement tâcher de seconder vos vues, en proposant aujourd'hui ce qui depuis longtemps fait l'objet de nos vœux.

Les lettres dans leur état actuel ont plus besoin de concorde que de protection; elles ne peuvent être dégradées que par leurs propres dissensions. L'empire de l'opinion n'est-il donc pas assez vaste pour que chacun puisse y habiter en repos? Pourquoi se faire la guerre? Eh! messieurs, nous demandons la tolérance : accordons-la donc, exerçons-la pour en donner l'exemple. Ne nous identifions pas avec nos ouvrages; disons qu'ils ont passé par nous, mais qu'ils ne sont pas nous; séparons-en notre existence morale; fermons l'oreille aux aboiements de la critique; au lieu de défendre ce que nous avons fait, recueillons nos forces pour faire mieux; ne nous célébrons jamais entre nous que par l'approbation; ne nous blâmons que par le silence; ne faisons ni tourbe, ni coterie; et que chacun poursuivant la route que lui fraie son génie, puisse recueillir sans trouble le fruit de son travail. Les lettres prendront alors un nouvel essor, et ceux qui les cultivent un plus haut degré de considération; ils seront généralement révérés par leurs vertus, autant qu'admirés par leurs talents.

Qu'un militaire du haut rang, un prélat en dignité, un magistrat en vénération[1], célèbrent avec pompe les lettres et les hommes dont les ouvrages marquent le plus dans la littérature; qu'un ministre affable et bien intentionné les accueille avec distinction, rien n'est plus convenable; je dirais rien de plus honorable pour eux-mêmes, parce que rien n'est plus patriotique. Que les grands honorent le mérite en public, qu'ils exposent nos talents au grand jour, c'est les étendre et les multiplier : mais qu'entre eux les gens de lettres se suffoquent d'encens, ou s'inondent de fiel, rien de moins honnête, rien de plus préjudiciable en tout temps, en tout lieu. Rappelons-nous l'exemple de nos premiers maîtres; ils ont eu l'ambition insensée de vouloir faire secte. La jalousie des chefs, l'enthousiasme des disciples, l'opiniâtreté des sectaires, ont semé la discorde et produit tous les maux qu'elle entraîne à sa suite. Ces sectes sont tombées comme elles étaient nées, victimes de la même passion qui les avait enfantées, et rien n'a survécu : l'exil de la sagesse, le retour de l'ignorance ont été les seuls et tristes fruits de ces chocs de vanité, qui, même par leurs succès, n'aboutissent qu'au mépris.

Le digne académicien auquel vous succédez, monsieur, peut nous servir de modèle et d'exemple par son respect constant pour la réputation de ses confrères, par sa liaison intime avec ses rivaux : M. de Belloy était un homme de paix, amant de la vertu, zélé pour sa patrie, enthousiaste de cet amour national qui nous attache à nos rois. Il est le premier qui l'ait présenté sur la scène, et qui, sans le secours de la fiction, ait intéressé la nation pour elle-même par la seule force de la vérité de l'histoire. Jusqu'à lui presque toutes nos pièces de théâtre sont dans le cos-

[1] M. de Malesherbes, à sa réception à l'Académie, venait de faire un très-beau discours à l'honneur des gens de lettres.

tume antique, où les dieux méchants, leurs ministres fourbes, leurs oracles menteurs, et des rois cruels jouent les principaux rôles; les perfidies, les superstitions et les atrocités remplissent chaque scène. Qu'étaient les hommes soumis alors à de pareils tyrans? Comment, depuis Homère, tous les poëtes se sont-ils servilement accordés à copier le tableau de ce siècle barbare? Pourquoi nous exposer les vices grossiers de ces peuplades encore à demi sauvages, dont même les vertus pourraient produire le crime? Pourquoi nous présenter des scélérats pour des héros, et nous peindre éternellement de petits oppresseurs d'une ou deux bourgades comme de grands monarques? Ici l'éloignement grossit donc les objets plus que dans la nature Il ne les diminue. J'admire cet art illusoire qui m'a souvent arraché des larmes pour des victimes fabuleuses ou coupables; mais cet art ne serait-il pas plus vrai, plus utile, et bientôt plus grand, si nos hommes de génie l'appliquaient, comme M. de Belloy, aux grands personnages de notre nation?

Le siége de Calais et le siége de Troie! quelle comparaison, diront les gens épris de nos poëtes tragiques! les plus beaux esprits, chacun dans leur siècle, n'ont-ils pas rapporté leurs principaux talents à cette ancienne et brillante époque à jamais mémorable! Que pouvons-nous mettre à côté de Virgile et de nos maîtres modernes, qui tous ont puisé à cette source commune? Tous ont fouillé les ruines et recueilli les débris de ce siége fameux, pour y trouver les exemples des vertus guerrières, et en tirer les modèles des princes et des héros : les noms de ces héros ont été répétés, célébrés tant de fois, qu'ils sont plus connus que ceux des grands hommes de notre propre siècle.

Cependant ceux-ci sont ou seront consacrés par l'histoire, et les autres ne sont fameux que par la fiction. Je le répète, quels étaient ces princes? que pouvaient être ces prétendus héros? qu'étaient même ces peuples grecs ou troyens? quelles idées avaient-ils de la gloire des armes, idées qui néanmoins sont malheureusement les premières développées dans tout peuple sauvage? Ils n'avaient pas même la notion de l'honneur; et s'ils connaissaient quelques vertus, c'étaient des vertus féroces qui excitent plus d'horreur que d'admiration. Cruels par superstition autant que par instinct, rebelles par caprice ou soumis sans raison, atroces dans les vengeances, glorieux par le crime, les plus noirs attentats donnaient la plus haute célébrité. On transformait en héros un être farouche, sans âme, sans esprit, sans autre éducation que celle d'un lutteur ou d'un coureur. Nous refuserions aujourd'hui le nom d'hommes a ces especes de monstres dont on faisait des dieux.

Mais que peut indiquer cette imitation, ce concours successif des poëtes à toujours présenter l'héroïsme sous les traits de l'espèce humaine encore informe? que prouve cette présence éternelle des acteurs d'Homère sur notre scene, sinon la puissance immortelle d'un premier génie sur les hommes? Quelque sublimes que soient les ouvrages de ce père des poëtes, ils lui font moins d'honneur que les productions de ses descendants, qui n'en sont que les gloses brillantes ou de beaux commentaires. Nous ne voulons rien ôter à leur gloire; mais, après trente siècles des mêmes illusions, ne doit-on pas au moins en changer les objets?

Les temps sont enfin arrivés. Un d'entre vous, messieurs, a osé le premier créer un poëme pour sa nation, et ce second génie influera sur trente autres siècles : j'oserais le prédire; si les hommes, au lieu de se dégrader, vont en se perfectionnant; si le fol amour de la fable cesse enfin de l'emporter sur la tendre vénération que l'homme sage doit a la vérité, tant que l'empire des lis subsistera, la Henriade sera notre Iliade: car, à talent égal, quelle comparaison, dirai-je à mon tour, entre le bon grand Henri et le petit Ulysse ou le fier Agamemnon, entre nos potentats et ces rois de village, dont toutes les forces réunies feraient à peine un détachement de nos armées? Quelle différence dans l'art même? n'est-il pas plus aisé de monter l'imagination des hommes que d'élever leur raison? de leur montrer des mannequins gigantesques de héros fabuleux, que de leur présenter les portraits ressemblants de vrais hommes vraiment grands?

Enfin, quel doit être le but des représentations théâtrales, quel peut en être l'objet utile, si ce n'est d'échauffer le cœur et de frapper l'âme entière de la nation par les grands exemples et par les beaux modèles qui l'ont illustrée? Les étrangers ont avant nous senti cette vérité. Le Tasse, Milton, le Camoëns se sont écartés de la route battue; ils ont su mêler habilement l'intérêt de la religion dominante à l'intérêt national, ou bien à un intérêt encore plus universel. Presque tous les dramatiques anglais ont puisé leurs sujets

dans l'histoire de leur pays; aussi la plupart de leurs pièces de théâtre sont-elles appropriées aux mœurs anglaises; elles ne présentent que le zèle pour la liberté, que l'amour de l'indépendance, que le conflit des prérogatives. En France, le zèle pour la patrie, et surtout l'amour de notre roi, joueront à jamais les rôles principaux; et, quoique ce sentiment n'ait pas besoin d'être confirmé dans des cœurs français, rien ne peut les remuer plus délicieusement que de mettre ce sentiment en action, et de l'exposer au grand jour, en le faisant paraître sur la scène, avec toute sa noblesse et toute son énergie. C'est ce qu'a fait M. de Belloy; c'est ce que nous avons tous senti avec transport à la représentation du Siége de Calais: jamais applaudissements n'ont été plus universels ni plus multipliés.... Mais, monsieur, l'on ignorait jusqu'à ce jour la grande part qui vous revient de ces applaudissements. M. de Belloy a dit à ses amis, qu'il vous devait le choix de son sujet; qu'il ne s'y était arrêté que par vos conseils. Il parlait souvent de cette obligation; avons-nous pu mieux acquitter sa dette, qu'en vous priant, monsieur, de prendre ici sa place.

HISTOIRE NATURELLE.

THÉORIE DE LA TERRE.

PREMIER DISCOURS.

DE LA MANIÈRE D'ÉTUDIER ET DE TRAITER L'HISTOIRE NATURELLE.

Res ardua vetustis novitatem dare, novis auctoritatem, obsoletis nitorem, obscuris lucem, fastiditis gratiam, dubiis fidem, omnibus verò naturam, et naturæ suæ omnia.
PLIN. in Præ. ad Vespas.

L'histoire naturelle, prise dans toute son étendue, est une histoire immense; elle embrasse tous les objets que nous présente l'univers. Cette multitude prodigieuse de quadrupèdes, d'oiseaux de poissons, d'insectes, de plantes, de minéraux, etc., offre à la curiosité de l'esprit humain un vaste spectacle, dont l'ensemble est si grand, qu'il paraît, et qu'il est en effet inépuisable dans les détails. Une seule partie de l'histoire naturelle, comme l'histoire des insectes, ou l'histoire des plantes, suffit pour occuper plusieurs hommes; et les plus habiles observateurs n'ont donné, après un travail de plusieurs années, que des ébauches assez imparfaites des objets trop multipliés que présentent ces branches particulières de l'histoire naturelle, auxquelles ils s'étaient uniquement attachés. Cependant ils ont fait tout ce qu'ils pouvaient faire; et, bien loin de s'en prendre eux observateurs du peu d'avancement de la science, on ne saurait trop louer leur assiduité au travail et leur patience; on ne peut même leur refuser des qualités plus élevées; car il y a une espèce de force de génie et de courage d'esprit à pouvoir envisager, sans s'étonner, la nature dans la multitude innombrable de ses productions, et à se croire capable de les comprendre et de les comparer; il y a une espèce de goût à les aimer, plus grand que le goût qui n'a pour but que des objets particuliers, et l'on peut dire que l'amour de l'étude de la nature suppose dans l'esprit deux qualités qui paraissent opposées, les grandes vues d'un génie ardent qui embrasse tout d'un coup d'œil, et les petites attentions d'un instinct laborieux qui ne s'attache qu'à un seul point.

Le premier obstacle qui se présente dans l'étude de l'histoire naturelle, vient de cette grande multitude d'objets : mais la variété de ces mêmes objets, et la difficulté de rassembler les productions diverses des différents climats, forment un autre obstacle à l'avancement de nos connaissances, qui paraît invincible, et qu'en effet le travail seul ne peut surmonter; ce n'est qu'à force de temps, de soins, de dépenses, et souvent par des hasards heureux, qu'on peut se procurer des individus bien conservés de chaque espèce d'animaux, de plantes ou de minéraux, et former une collection bien rangée de tous les ouvrages de la nature.

Mais lorsqu'on est parvenu à rassembler des échantillons de tout ce qui peuple l'univers, lorsqu'après bien des peines on a mis dans un même lieu des modèles de tout ce qui se trouve répandu avec profusion sur la terre, et qu'on jette pour la première fois les yeux sur ce magasin rempli de choses diverses, nouvelles et étrangères, la première sensation qui en résulte est un étonnement mêlé d'admiration, et la première réflexion qui suit est un retour humiliant sur nous-mêmes. On ne s'imagine pas qu'on puisse avec le temps parvenir au point de reconnaître tous ces différens objets; qu'on puisse parvenir, non-seulement à les reconnaître par la forme, mais encore à savoir tout ce qui a rapport à la naissance, la production, l'organisation, les usages, en un mot, à l'histoire de chaque chose en particulier. Cependant, en se familiarisant avec ces mêmes objets, en les voyant souvent, et, pour ainsi dire, sans dessein, ils forment peu à peu des impressions durables, qui bientôt se lient dans notre esprit par des rapports fixes et invariables; et de là nous nous éle-

vons à des vues plus générales, par lesquelles nous pouvons embrasser à la fois plusieurs objets différents; et c'est alors qu'on est en état d'étudier avec ordre, de réfléchir avec fruit, et de se frayer des routes pour arriver à des découvertes utiles.

On doit donc commencer par voir beaucoup et revoir souvent. Quelque nécessaire que l'attention soit à tout, ici on peut s'en dispenser d'abord : je veux parler de cette attention scrupuleuse, toujours utile lorsqu'on sait beaucoup, et souvent nuisible à ceux qui commencent à s'instruire. L'essentiel est de leur meubler la tête d'idées et de faits, de les empêcher, s'il est possible, d'en tirer trop tôt des raisonnements et des rapports; car il arrive toujours que par l'ignorance de certains faits, et par la trop petite quantité d'idées, ils épuisent leur esprit en fausses combinaisons, et se chargent la mémoire de conséquences vagues et de résultats contraires à la vérité, lesquels forment dans la suite des préjugés qui s'effacent difficilement.

C'est pour cela que j'ai dit qu'il fallait commencer par voir beaucoup : il faut aussi voir presque sans dessein, parce que si vous avez résolu de ne considérer les choses que dans une certaine vue, dans un certain ordre, dans un certain système, eussiez-vous pris le meilleur chemin, vous n'arriverez jamais à la même étendue de connaissances à laquelle vous pourrez prétendre, si vous laissez dans les commencements votre esprit marcher de lui-même, se reconnaître, s'assurer sans secours, et former seul la première chaîne qui représente l'ordre de ses idées.

Ceci est vrai, sans exception, pour toutes les personnes dont l'esprit est fait et le raisonnement formé : les jeunes gens au contraire doivent être guidés plutôt et conseillés à propos; il faut même les encourager par ce qu'il y a de plus piquant dans la science, en leur faisant remarquer les choses les plus singulières, mais sans leur en donner d'explications précises; le mystère à cet âge excite la curiosité, au lieu que dans l'âge mûr il n'inspire que le dégoût. Les enfants se lassent aisément des choses qu'ils ont déjà vues; ils revoient avec indifférence, à moins qu'on ne leur présente les mêmes objets sous d'autres points de vue : et, au lieu de leur répéter simplement ce qu'on leur a déjà dit, il vaut mieux y ajouter des circonstances, même étrangères ou inutiles : on perd moins à les tromper qu'à les dégoûter.

Lorsque, après avoir vu et revu plusieurs fois les choses, ils commenceront à se les représenter en gros, que d'eux-mêmes ils se feront des divisions, qu'ils commenceront à apercevoir des distinctions générales, le goût de la science pourra naître, et il faudra l'aider. Ce goût, si nécessaire à tout, mais en même temps si rare, ne se donne point par les préceptes : en vain l'éducation voudrait y suppléer, en vain les pères contraignent-ils leurs enfants; ils ne les amèneront jamais qu'à ce point commun à tous les hommes, à ce degré d'intelligence et de mémoire qui suffit à la société ou aux affaires ordinaires : mais c'est à la nature à qui on doit cette première étincelle de génie, ce germe de goût dont nous parlons, qui se développe ensuite plus ou moins, suivant les différentes circonstances et les différents objets.

Aussi doit-on présenter à l'esprit des jeunes gens des choses de toute espèce, des études de tout genre, des objets de toute sorte, afin de reconnaître le genre auquel leur esprit se porte avec plus de force, ou se livre avec plus de plaisir. L'histoire naturelle doit leur être présentée à son tour, et précisément dans ce temps où la raison commence à se développer, dans cet âge où ils pourraient commencer à croire qu'ils savent déjà beaucoup, rien n'est plus capable de rabaisser leur amour propre, et de leur faire sentir combien il y a de choses qu'ils ignorent; et, indépendamment de ce premier effet, qui ne peut qu'être utile, une étude même légère de l'histoire naturelle élèvera leurs idées, et leur donnera des connaissances d'une infinité de choses que le commun des hommes ignore, et qui se retrouvent souvent dans l'usage de la vie.

Mais revenons à l'homme qui veut s'appliquer sérieusement à l'étude de la nature, et reprenons-le au point où nous l'avons laissé, à ce point où il commence à généraliser ses idées, et à se former une méthode d'arrangement et des systèmes d'explication. C'est alors qu'il doit consulter les gens instruits, lire les bons auteurs, examiner leurs différentes méthodes, et emprunter des lumières de tous côtés. Mais comme il arrive ordinairement qu'on se prend alors d'affection et de goût pour certains auteurs, pour une certaine méthode, et que souvent, sans un examen assez mûr, on se livre à un système quelquefois mal fondé, il est bon que nous donnions ici quelques notions préliminaires sur les

méthodes qu'on a imaginées pour faciliter l'intelligence de l'histoire naturelle. Ces méthodes sont très-utiles, lorsqu'on ne les emploie qu'avec les restrictions convenables; elles abrégent le travail, elles aident la mémoire, et elles offrent à l'esprit une suite d'idées, à la vérité composée d'objets différents entre eux, mais qui ne laissent pas d'avoir des rapports communs, et ces rapports forment des impressions plus fortes que ne pourraient faire des objets détachés qui n'auraient aucune relation. Voilà la principale utilité des méthodes; mais l'inconvénient est de vouloir trop alonger ou trop resserrer la chaîne, de vouloir soumettre à des lois arbitraires les lois de la nature, de vouloir la diviser dans les points où elle est indivisible, et de vouloir mesurer ses forces par notre faible imagination. Un autre inconvénient, qui n'est pas moins grand, et qui est le contraire du premier, c'est de s'assujettir à des méthodes trop particulières, de vouloir juger du tout par une seule partie, de réduire la nature à de petits systèmes qui lui sont étrangers, et de ses ouvrages immenses en former arbitrairement autant d'assemblages détachés; enfin de rendre, en multipliant les noms et les représentations, la langue de la science plus difficile que la science elle-même.

Nous sommes naturellement portés à imaginer en tout une espèce d'ordre et d'uniformité; et, quand on n'examine que légèrement les ouvrages de la nature, il paraît à cette première vue qu'elle a toujours travaillé sur un même plan. Comme nous ne connaissons nous-mêmes qu'une voie pour arriver à un but, nous nous persuadons que la nature fait et opère tout par les mêmes moyens et par des opérations semblables. Cette manière de penser a fait imaginer une infinité de faux rapports entre les productions naturelles: les plantes ont été comparées aux animaux; on a cru voir végéter les minéraux; leur organisation si différente, et leur mécanique si peu ressemblante a été souvent réduite à la même forme. Le moule commun de toutes ces choses si dissemblables entre elles est moins dans la nature que dans l'esprit étroit de ceux qui l'ont mal connue, et qui savent aussi peu juger de la force d'une vérité que des justes limites d'une analogie comparée. En effet, doit-on, parce que le sang circule, assurer que la sève circule aussi? Doit-on conclure de la végétation connue des plantes à une pareille végétation dans les minéraux, du mouvement du sang à celui de la sève, de celui de la sève au mouvement du suc pétrifiant? N'est-ce pas porter dans la réalité des ouvrages du Créateur les abstractions de notre esprit borné, et ne lui accorder, pour ainsi dire, qu'autant d'idées que nous en avons? Cependant on a dit, et on dit tous les jours des choses aussi peu fondées, et on bâtit des systèmes sur des faits incertains, dont l'examen n'a jamais été fait, et qui ne servent qu'à montrer le penchant qu'ont les hommes à vouloir trouver de la ressemblance dans les objets les plus différents, de la régularité où il ne règne que de la variété, et de l'ordre dans les choses qu'ils n'aperçoivent que confusément.

Car lorsque, sans s'arrêter à des connaissances superficielles dont les résultats ne peuvent nous donner que des idées incomplètes des productions et des opérations de la nature, nous voulons pénétrer plus avant, et examiner avec des yeux plus attentifs la forme et la conduite de ses ouvrages, on est aussi surpris de la variété du dessein que de la multiplicité des moyens d'exécution. Le nombre des productions de la nature, quoique prodigieux, ne fait alors que la plus petite partie de notre étonnement; sa mécanique, son art, ses ressources, ses désordres même, emportent toute notre admiration. Trop petit pour cette immensité, accablé par le nombre des merveilles, l'esprit humain succombe. Il semble que tout ce qui peut être, est : la main du Créateur ne paraît pas s'être ouverte pour donner l'être à un certain nombre déterminé d'espèces, mais il semble qu'elle ait jeté tout à la fois un monde d'êtres relatifs et non relatifs, une infinité de combinaisons harmoniques et contraires, et une perpétuité de destructions et de renouvellements. Quelle idée de puissance ce spectacle ne nous offre-t-il pas! quel sentiment de respect cette vue de l'univers ne nous inspire-t-elle pas pour son auteur! Que serait-ce si la faible lumière qui nous guide devenait assez vive pour nous faire apercevoir l'ordre général des causes et de la dépendance des effets? Mais l'esprit le plus vaste et le génie le plus puissant ne s'élèveront jamais à ce haut point de connaissance. Les premières causes nous seront à jamais cachées; les résultats généraux de ces causes nous seront aussi difficiles à connaître que les causes mêmes: tout ce qui nous est possible, c'est d'apercevoir quelques effets particuliers, de les comparer, de les combiner, et enfin d'y reconnaître

plutôt un ordre relatif à notre propre nature, que convenable à l'existence des choses que nous considérons.

Mais, puisque c'est la seule voie qui nous soit ouverte, puisque nous n'avons pas d'autres moyens pour arriver à la connaissance des choses naturelles, il faut aller jusqu'où cette route peut nous conduire; il faut rassembler tous les objets, les comparer, les étudier, et tirer de leurs rapports combinés toutes les lumières qui peuvent nous aider à les apercevoir nettement et à les mieux connaître.

La première vérité qui sort de cet examen sérieux de la nature est une vérité peut-être humiliante pour l'homme : c'est qu'il doit se ranger lui-même dans la classe des animaux, auxquels il ressemble par tout ce qu'il a de matériel; et même leur instinct lui paraîtra peut-être plus sûr que sa raison, et leur industrie plus admirable que ses arts. Parcourant ensuite successivement et par ordre les différents objets qui composent l'univers, et se mettant à la tête de tous les êtres créés, il verra avec étonnement qu'on peut descendre, par des degrés presque insensibles, de la créature la plus parfaite jusqu'à la matière la plus informe, de l'animal le mieux organisé jusqu'au minéral le plus brut; il reconnaîtra que ces nuances imperceptibles sont le grand œuvre de la nature; il les trouvera, ces nuances, non-seulement dans les grandeurs et dans les formes, mais dans les mouvements, dans les générations, dans les successions de toute espèce.

En approfondissant cette idée, on voit clairement qu'il est impossible de donner un système général, une méthode parfaite, non-seulement pour l'histoire naturelle entière, mais même pour une seule de ses branches : car, pour faire un système, un arrangement, en un mot une méthode générale, il faut que tout y soit compris; il faut diviser ce tout en différentes classes, partager ces classes en genres, sous-diviser ces genres en espèces, et tout cela suivant un ordre dans lequel il entre nécessairement de l'arbitraire. Mais la nature marche par des gradations inconnues, et par conséquent elle ne peut pas se prêter totalement à ces divisions, puisqu'elle passe d'une espèce à une autre espèce, et souvent d'un genre à un autre genre, par des nuances imperceptibles; de sorte qu'il se trouve un grand nombre d'espèces moyennes et d'objets mi-partis qu'on ne sait où placer, et qui dérangent nécessairement le projet du système général. Cette vérité est trop importante pour que je ne l'appuie pas de tout ce qui peut la rendre claire et évidente.

Prenons pour exemple la botanique, cette belle partie de l'histoire naturelle, qui, par son utilité, a mérité de tout temps d'être la plus cultivée, et rappelons à l'examen les principes de toutes les méthodes que les botanistes nous ont données : nous verrons avec quelque surprise qu'ils ont eu tous en vue de comprendre dans leurs méthodes généralement toutes les espèces de plantes, et qu'aucun d'eux n'a parfaitement réussi; il se trouve toujours dans chacune de ces méthodes un certain nombre de plantes anomales, dont l'espèce est moyenne entre deux genres, et sur laquelle il ne leur a pas été possible de prononcer juste, parce qu'il n'y a pas plus de raison de rapporter cette espèce à l'un plutôt qu'à l'autre de ces deux genres. En effet, se proposer de faire une méthode parfaite, c'est se proposer un travail impossible : il faudrait un ouvrage qui représentât exactement tous ceux de la nature; et au contraire, tous les jours il arrive qu'avec toutes les méthodes connues, et avec tous les secours qu'on peut tirer de la botanique la plus éclairée, on trouve des espèces qui ne peuvent se rapporter à aucun des genres compris dans ces méthodes. Ainsi l'expérience est d'accord avec la raison sur ce point, et l'on doit être convaincu qu'on ne peut pas faire une méthode générale et parfaite en botanique. Cependant il semble que la recherche de cette méthode générale soit une espèce de pierre philosophale pour les botanistes, qu'ils ont tous cherchée avec des peines et des travaux infinis : tel a passé quarante ans, tel autre en a passé cinquante à faire son système; et il est arrivé en botanique ce qui est arrivé en chimie, c'est qu'en cherchant la pierre philosophale que l'on n'a pas trouvée, on a trouvé une infinité de choses utiles; et de même, en voulant faire une méthode générale et parfaite en botanique, on a plus étudié et mieux connu les plantes et leurs usages. Serait-il vrai qu'il faut un but imaginaire aux hommes pour les soutenir dans leurs travaux, et que, s'ils étaient bien persuadés qu'ils ne feront que ce qu'en effet ils peuvent faire, ils ne feraient rien du tout?

Cette prétention qu'ont les botanistes d'établir des systèmes généraux, parfaits et méthodiques, est donc peu fondée : aussi leurs travaux

n'ont pu aboutir qu'à nous donner des méthodes défectueuses, lesquelles ont été successivement détruites les unes par les autres, et ont subi le sort commun à tous les systèmes fondés sur des principes arbitraires ; et ce qui a le plus contribué à renverser les unes de ces méthodes par les autres, c'est la liberté que les botanistes se sont donnée de choisir arbitrairement une seule partie dans les plantes, pour en faire le caractère spécifique. Les uns ont établi leur méthode sur la figure des feuilles, les autres sur leur position, d'autres sur la forme des fleurs, d'autres sur le nombre de leurs pétales, d'autres enfin sur le nombre des étamines. Je ne finirais pas si je voulais rapporter en détail toutes les méthodes qui ont été imaginées ; mais je ne veux parler ici que de celles qui ont été reçues avec applaudissement, et qui ont été suivies chacune à leur tour, sans que l'on ait fait assez d'attention à cette erreur de principe qui leur est commune à toutes, et qui consiste à vouloir juger d'un tout, et de la combinaison de plusieurs touts, par une seule partie, et par la comparaison des différences de cette seule partie : car, vouloir juger de la différence des plantes uniquement par celle de leurs feuilles ou de leurs fleurs, c'est comme si l'on voulait connaître la différence des animaux par la différence de leurs peaux ou par celle des parties de la génération ; et qui ne voit que cette façon de connaître n'est pas une science, et que ce n'est tout au plus qu'une convention, une langue arbitraire, un moyen de s'entendre, mais dont il ne peut résulter aucune connaissance réelle?

Me serait-il permis de dire ce que je pense sur l'origine de ces différentes méthodes, et sur les causes qui les ont multipliées au point qu'actuellement la botanique elle-même est plus aisée à apprendre que la nomenclature, qui n'en est que la langue? Me serait-il permis de dire qu'un homme aurait plus tôt fait de graver dans sa mémoire les figures de toutes les plantes, et d'en avoir des idées nettes, ce qui est la vraie botanique, que de retenir tous les noms que les différentes méthodes donnent à ces plantes, et que par conséquent la langue est devenue plus difficile que la science? Voici, ce me semble, comment cela est arrivé. On a d'abord divisé les végétaux suivant leurs différentes grandeurs ; on a dit : Il y a de grands arbres, de petits arbres, des arbrisseaux, des sous-arbrisseaux, de grandes plantes, de petites plantes et des herbes. Voilà le fondement d'une méthode que l'on divise et sous-divise ensuite par d'autres relations de grandeurs et de formes, pour donner à chaque espèce un caractère particulier. Après la méthode faite sur ce plan, il est venu des gens qui ont examiné cette distribution, et qui ont dit : Mais cette méthode, fondée sur la grandeur relative des végétaux, ne peut pas se soutenir ; car il y a dans une seule espèce, comme dans celle du chêne, des grandeurs si différentes, qu'il y a des espèces de chêne qui s'élèvent à cent pieds de hauteur, et d'autres espèces de chêne qui ne s'élèvent jamais à plus de deux pieds. Il en est de même, proportion gardée, des châtaigniers, des pins, des aloès et d'une infinité d'autres espèces de plantes. On ne doit donc pas, a-t-on dit, déterminer les genres des plantes par leur grandeur, puisque ce signe est équivoque et incertain ; et l'on a abandonné avec raison cette méthode. D'autres sont venus ensuite, qui, croyant faire mieux, ont dit : Il faut, pour connaître les plantes, s'attacher aux parties les plus apparentes ; et, comme les feuilles sont ce qu'il y a de plus apparent, il faut arranger les plantes par la forme, la grandeur et la position des feuilles. Sur ce projet, on a fait une autre méthode ; on l'a suivie pendant quelque temps : mais ensuite on a reconnu que les feuilles de presque toutes les plantes varient prodigieusement selon les différents âges et les différents terrains ; que leur forme n'est pas plus constante que leur grandeur ; que leur position est encore plus incertaine. On a donc été aussi peu content de cette méthode que de la précédente. Enfin, quelqu'un imagina, et je crois que c'est Gessner, que le Créateur avait mis dans la fructification des plantes un certain nombre de caractères différents et invariables, et que c'était de ce point qu'il fallait partir pour faire une méthode ; et comme cette idée s'est trouvée vraie jusqu'à un certain point, en sorte que les parties de la génération des plantes se sont trouvées avoir quelques différences plus constantes que toutes les autres parties de la plante prises séparément, on a vu tout d'un coup s'élever plusieurs méthodes de botanique, toutes fondées à peu près sur ce même principe. Parmi ces méthodes, celle de M. de Tournefort est la plus remarquable, la plus ingénieuse et la plus complète. Cet illustre botaniste a senti les défauts d'un système qui serait purement arbitraire : en homme d'esprit, il a évité les absurdités qui se

trouvent dans la plupart des autres méthodes de ses contemporains, et il a fait ses distributions et ses exceptions avec une science et une adresse infinies : il avait, en un mot, mis la botanique au point de se passer de toutes les autres méthodes, et il l'avait rendue susceptible d'un certain degré de perfection. Mais il s'est élevé un autre méthodiste qui, après avoir loué son système, a tâché de le détruire pour établir le sien, et qui, ayant adopté, avec M. de Tournefort, les caractères tirés de la fructification, a employé toutes les parties de la génération des plantes, et surtout les étamines, pour en faire la distribution de ses genres; et, méprisant la sage attention de M. de Tournefort à ne pas forcer la nature au point de confondre, en vertu de son système, les objets les plus différents, comme les arbres avec les herbes, a mis ensemble et dans les mêmes classes le mûrier et l'ortie, la tulipe et l'épine-vinette, l'orme et la carotte, la rose et la fraise, le chêne et la pimprenelle. N'est-ce pas se jouer de la nature et de ceux qui l'étudient? Et si tout cela n'était pas donné avec une certaine apparence d'ordre mystérieux, et enveloppé de grec et d'érudition botanique, aurait-on tant tardé à faire apercevoir le ridicule d'une pareille méthode, ou plutôt à montrer la confusion qui résulte d'un assemblage si bizarre? Mais ce n'est pas tout, et je vais insister, parce qu'il est juste de conserver à M. de Tournefort la gloire qu'il a méritée par un travail sensé et suivi, et parce qu'il ne faut pas que les gens qui ont appris la botanique par la méthode de Tournefort perdent leur temps à étudier cette nouvelle méthode où tout est changé jusqu'aux noms et aux surnoms des plantes. Je dis donc que cette nouvelle méthode, qui rassemble dans la même classe des genres de plantes entièrement dissemblables, a encore, indépendamment de ces disparates, des défauts essentiels, et des inconvénients plus grands que toutes les méthodes qui ont précédé. Comme les caractères des genres sont pris de parties presque infiniment petites, il faut aller le microscope à la main, pour reconnaître un arbre ou une plante : la grandeur, la figure, le port extérieur, les feuilles, toutes les parties apparentes, ne servent plus à rien; il n'y a que les étamines; et si l'on ne peut pas voir les étamines, on ne sait rien, on n'a rien vu. Ce grand arbre que vous apercevez n'est peut-être qu'une pimprenelle; il faut compter ses étamines pour savoir ce que c'est; et comme ces étamines sont souvent si petites qu'elles échappent à l'œil simple ou à la loupe, il faut un microscope. Mais, malheureusement encore pour le système, il y a des plantes qui n'ont point d'étamines, il y a des plantes dont le nombre des étamines varie, et voilà la méthode en défaut comme les autres, malgré la loupe et le microscope [1].

Après cette exposition sincère des fondements sur lesquels on a bâti les différents systèmes de botanique, il est aisé de voir que le grand défaut de tout ceci est une erreur de métaphysique dans le principe même de ces méthodes. Cette erreur consiste à méconnaître la marche de la nature, qui se fait toujours par nuances, et à vouloir juger d'un tout par une seule de ses parties : erreur bien évidente, et qu'il est étonnant de retrouver partout; car presque tous les nomenclateurs n'ont employé qu'une partie, comme les dents, les ongles ou ergots, pour ranger les animaux, les feuilles ou les fleurs pour distribuer les plantes, au lieu de se servir de toutes les parties, et de chercher les différences ou les ressemblances dans l'individu tout entier. C'est renoncer volontairement au plus grand nombre des avantages que la nature nous offre pour la connaître, que de refuser de se servir de toutes les parties des objets que nous considérons; et quand même on serait assuré de trouver dans quelques parties prises séparément des caractères constants et invariables, il ne faudrait pas pour cela réduire la connaissance des productions naturelles à celles de ces parties constantes qui ne donnent que des idées particulières et très-imparfaites du tout : et il me paraît que le seul moyen de faire une méthode instructive et naturelle, c'est de mettre ensemble les choses qui se ressemblent, et de séparer celles qui diffèrent les unes des autres. Si les individus ont une ressemblance parfaite, ou des différences si petites qu'on ne puisse les apercevoir qu'avec peine, ces individus seront de la même espèce; si les différences commencent à être sensibles, et qu'en même temps il y ait toujours beaucoup plus de ressemblances que de

[1] Hoc verò systema, Linnæi scilicet, jam cognitis plantarum methodis longe vilius et inferius non solum, sed et insuper nimis coactum, lubricum et fallax, imò lusorium deprehenderim; et quidem in tantum, ut non solum quoad dispositionem ac denominationem plantarum enormes confusiones post se trahat, sed et vix non plenaria doctrinæ botanicæ solidioris obscuratio et perturbatio indè fuerit metuenda. (Vaniloq. Botan. specimen refutatum à Siegesbeck; Petropoli, 1741.)

différences, les individus seront d'une autre espèce, mais du même genre que les premiers; et si ces différences sont encore plus marquées, sans cependant excéder les ressemblances, alors les individus seront non-seulement d'une autre espèce, mais même d'un autre genre que les premiers et les seconds, et cependant ils seront encore de la même classe, parce qu'ils se ressemblent plus qu'ils ne diffèrent : mais si au contraire le nombre des différences excède celui des ressemblances, alors les individus ne sont pas même de la même classe. Voilà l'ordre méthodique que l'on doit suivre dans l'arrangement des productions naturelles; bien entendu que les ressemblances et les différences seront prises non-seulement d'une partie, mais du tout ensemble, et que cette méthode d'inspection se portera sur la forme, sur la grandeur, sur le port extérieur, sur les différentes parties, sur leur nombre, sur leur position, sur la substance même de la chose, et qu'on se servira de ces éléments en petit ou en grand nombre, à mesure qu'on en aura besoin; de sorte que si un individu, de quelque nature qu'il soit, est d'une figure assez singulière pour être toujours reconnu au premier coup d'œil, on ne lui donnera qu'un nom; mais si cet individu a de commun avec un autre la figure, et qu'il en diffère constamment par la grandeur, la couleur, la substance, ou par quelque autre qualité très-sensible, alors on lui donnera le même nom, en y ajoutant un adjectif pour marquer cette différence; et ainsi de suite, en mettant autant d'adjectifs qu'il y a de différences, on sera sûr d'exprimer tous les attributs différents de chaque espèce, et on ne craindra pas de tomber dans les inconvénients des méthodes trop particulières dont nous venons de parler, et sur lesquelles je me suis beaucoup étendu, parce que c'est un défaut commun à toutes les méthodes de botanique et d'histoire naturelle, et que les systèmes qui ont été faits pour les animaux sont encore plus défectueux que les méthodes de botanique : car, comme nous l'avons déjà insinué, on a voulu prononcer sur la ressemblance et la différence des animaux en n'employant que le nombre des doigts ou ergots, des dents et des mamelles, projet qui ressemble beaucoup à celui des étamines, et qui est en effet du même auteur.

Il résulte de tout ce que nous venons d'exposer, qu'il y a dans l'étude de l'histoire naturelle deux écueils également dangereux : le premier, de n'avoir aucune méthode; et le second, de vouloir tout rapporter à un système particulier. Dans le grand nombre de gens qui s'appliquent maintenant à cette science, on pourrait trouver des exemples frappants de ces deux manières si opposées, et cependant toutes deux vicieuses. La plupart de ceux qui, sans aucune étude précédente de l'histoire naturelle, veulent avoir des cabinets de ce genre, sont de ces personnes aisées, peu occupées, qui cherchent à s'amuser, et regardent comme un mérite d'être mises au rang des curieux : ces gens-là commencent par acheter, sans choix, tout ce qui leur frappe les yeux; ils ont l'air de désirer avec passion les choses qu'on leur dit être rares et extraordinaires; ils les estiment au prix qu'ils les ont acquises; ils arrangent le tout avec complaisance, ou l'entassent avec confusion, et finissent bientôt par se dégoûter. D'autres, au contraire, et ce sont les plus savants, après s'être rempli la tête de noms, de phrases, de méthodes particulières, viennent à en adopter quelqu'une, ou s'occupent à en faire une nouvelle, et travaillant ainsi toute leur vie sur une même ligne et dans une fausse direction, et voulant tout ramener à leur point de vue particulier, ils se rétrécissent l'esprit, cessent de voir les objets tels qu'ils sont, et finissent par embarrasser la science et la charger du poids étranger de toutes leurs idées.

On ne doit donc pas regarder les méthodes que les auteurs nous ont données sur l'histoire naturelle en général, ou sur quelques unes de ses parties, comme les fondements de la science, et on ne doit s'en servir que comme de signes dont on est convenu pour s'entendre. En effet, ce ne sont que des rapports arbitraires et des points de vue différents sous lesquels on a considéré les objets de la nature; et en ne faisant usage des méthodes que dans cet esprit, on peut en tirer quelque utilité : car quoique cela ne paraisse pas fort nécessaire, cependant il pourrait être bon qu'on sût toutes les espèces de plantes dont les feuilles se ressemblent, toutes celles dont les fleurs sont semblables, toutes celles qui nourrissent de certaines espèces d'insectes, toutes celles qui ont un certain nombre d'étamines, toutes celles qui ont de certaines glandes excrétoires; et de même dans les animaux, tous ceux qui ont un certain nombre de mamelles, tous ceux qui ont un certain nombre de doigts. Cha-

cune de ces méthodes n'est, à parler vrai, qu'un dictionnaire où l'on trouve les noms rangés dans un ordre relatif à cette idée, et par conséquent aussi arbitraire que l'ordre alphabétique : mais l'avantage qu'on en pourrait tirer, c'est qu'en comparant tous ces résultats, on se trouverait enfin à la vraie méthode, qui est la description complète et l'histoire exacte de chaque chose en particulier.

C'est ici le principal but qu'on doive se proposer : on peut se servir d'une méthode déjà faite comme d'une commodité pour étudier ; on doit la regarder comme une facilité pour s'entendre : mais le seul et le vrai moyen d'avancer la science, est de travailler à la description et à l'histoire des différentes choses qui en font l'objet.

Les choses par rapport à nous ne sont rien en elles-mêmes ; elles ne sont encore rien lorsqu'elles ont un nom ; mais elles commencent à exister pour nous lorsque nous leur connaissons des rapports, des propriétés ; ce n'est même que par ces rapports que nous pouvons leur donner une définition : or la définition, telle qu'on la peut faire par une phrase, n'est encore que la représentation très-imparfaite de la chose, et nous ne pouvons jamais bien définir une chose sans la décrire exactement. C'est cette difficulté de faire une bonne définition que l'on retrouve à tout moment dans toutes les méthodes, dans tous les abrégés, qu'on a tâché de faire pour soulager la mémoire : aussi doit-on dire que dans les choses naturelles il n'y a rien de bien défini que ce qui est exactement décrit : or, pour décrire exactement, il faut avoir vu, revu, examiné, comparé la chose qu'on veut décrire, et tout cela sans préjugé, sans idée de système ; sans quoi la description n'a plus le caractère de la vérité, qui est le seul qu'elle puisse comporter. Le style même de la description doit être simple, net et mesuré ; il n'est pas susceptible d'élévation, d'agréments, encore moins d'écarts, de plaisanterie ou d'équivoque : le seul ornement qu'on puisse lui donner, c'est de la noblesse dans l'expression, du choix et de la propriété dans les termes.

Dans le grand nombre d'auteurs qui ont écrit sur l'histoire naturelle, il y en a fort peu qui aient bien décrit. Représenter naïvement et nettement les choses, sans les charger ni les diminuer, et sans y rien ajouter de son imagination, est un talent d'autant plus louable qu'il est moins brillant, et qu'il ne peut être senti que d'un petit nombre de personnes capables d'une certaine attention nécessaire pour suivre les choses jusque dans les petits détails. Rien n'est plus commun que des ouvrages embarrassés d'une nombreuse et sèche nomenclature, de méthodes ennuyeuses et peu naturelles dont les auteurs croient se faire un mérite ; rien de si rare que de trouver de l'exactitude dans les descriptions, de la nouveauté dans les faits, de la finesse dans les observations.

Aldrovande, le plus laborieux et le plus savant de tous les naturalistes, a laissé, après un travail de soixante ans, des volumes immenses sur l'histoire naturelle, qui ont été imprimés successivement, et la plupart après sa mort : on les réduirait à la dixième partie si on en ôtait toutes les inutilités et toutes les choses étrangères à son sujet. A cette prolixité près, qui, je l'avoue, est accablante, ses livres doivent être regardés comme ce qu'il y a de mieux sur la totalité de l'histoire naturelle. Le plan de son ouvrage est bon, ses distributions sont sensées, ses divisions bien marquées, ses descriptions assez exactes, monotones, à la vérité, mais fidèles. L'historique est moins bon ; souvent il est mêlé de fabuleux, et l'auteur y laisse voir trop de penchant à la crédulité.

J'ai été frappé, en parcourant cet auteur, d'un défaut ou d'un excès qu'on retrouve presque dans tous les livres faits il y a cent ou deux cents ans, et que les savants d'Allemagne ont encore aujourd'hui ; c'est de cette quantité d'érudition inutile dont ils grossissent à dessein leurs ouvrages, en sorte que le sujet qu'ils traitent est noyé dans une quantité de matières étrangères, sur lesquelles ils raisonnent avec tant de complaisance, et s'étendent avec si peu de ménagement pour les lecteurs, qu'ils semblent avoir oublié ce qu'ils avaient à vous dire, pour ne vous raconter que ce qu'ont dit les autres. Je me représente un homme comme Aldrovande, ayant une fois conçu le dessein de faire un corps complet d'histoire naturelle ; je le vois, dans sa bibliothèque, lire successivement les anciens, les modernes, les philosophes, les théologiens, les jurisconsultes, les historiens, les voyageurs, les poëtes, et lire sans autre but que de saisir tous les mots, toutes les phrases qui, de près ou de loin, ont rapport à son objet ; je le vois copier et faire copier toutes ces remarques et les ranger par lettres alphabétiques, et, après avoir rempli plusieurs portefeuilles de no-

tes de toute espèce, prises souvent sans examen et sans choix, commencer à travailler un sujet particulier, et ne vouloir rien perdre de tout ce qu'il a ramassé; en sorte qu'à l'occasion de l'histoire naturelle du coq et du bœuf, il vous raconte tout ce qui a jamais été dit des coqs ou des bœufs, tout ce que les anciens en ont pensé, tout ce qu'on a imaginé de leurs vertus, de leur caractère, de leur courage, toutes les choses auxquelles on a voulu les employer, tous les contes que les bonnes femmes en ont faits, tous les miracles qu'on leur a fait faire dans certaines religions, tous les sujets de superstition qu'ils ont fournis, toutes les comparaisons que les poètes en ont tirées, tous les attributs que certains peuples leur ont accordés, toutes les représentations qu'on en fait dans les hiéroglyphes, dans les armoiries, en un mot toutes les histoires et toutes les fables dont on s'est jamais avisé au sujet des coqs ou des bœufs. Qu'on juge après cela de la portion d'histoire naturelle qu'on doit s'attendre à trouver dans ce fatras d'écritures; et si en effet l'auteur ne l'eût pas mise dans des articles séparés des autres, elle n'aurait pas été trouvable, ou du moins elle n'aurait pas valu la peine d'y être cherchée.

On s'est tout à fait corrigé de ce défaut dans ce siècle : l'ordre et la précision avec laquelle on écrit maintenant ont rendu les sciences plus agréables, plus aisées; et je suis persuadé que cette différence de style contribue peut-être autant à leur avancement que l'esprit de recherche qui règne aujourd'hui; car nos prédécesseurs cherchaient comme nous, mais ils ramassaient tout ce qui se présentait : au lieu que nous rejetons ce qui nous paraît avoir peu de valeur, et que nous préférons un petit ouvrage bien raisonné à un gros volume bien savant : seulement il est à craindre que, venant à mépriser l'érudition, nous ne venions aussi à imaginer que l'esprit peut suppléer à tout, et que la science n'est qu'un vain nom.

Les gens sensés cependant sentiront toujours que la seule et vraie science est la connaissance des faits : l'esprit ne peut pas y suppléer, et les faits sont dans les sciences ce qu'est l'expérience dans la vie civile. On pourrait donc diviser toutes les sciences en deux classes principales, qui contiendraient tout ce qu'il convient à l'homme de savoir : la première est l'histoire civile, et la seconde l'histoire naturelle, toutes deux fondées sur des faits qu'il est souvent important et toujours agréable de connaître. La première est l'étude des hommes d'état; la seconde est celle des philosophes; et, quoique l'utilité de celle-ci ne soit peut-être pas aussi prochaine que celle de l'autre, on peut cependant assurer que l'histoire naturelle est la source des autres sciences physiques et la mère de tous les arts. Combien de remèdes excellents la médecine n'a-t-elle pas tirés de certaines productions de la nature jusqu'alors inconnues! combien de richesses les arts n'ont-ils pas trouvées dans plusieurs matières autrefois méprisées! Il y a plus, c'est que toutes les idées des arts ont leurs modèles dans les productions de la nature : Dieu a créé, et l'homme imite; toutes les inventions des hommes, soit pour la nécessité, soit pour la commodité, ne sont que des imitations assez grossières de ce que la nature exécute avec la dernière perfection.

Mais, sans insister plus longtemps sur l'utilité qu'on doit tirer de l'histoire naturelle, soit par rapport aux autres sciences, soit par rapport aux arts, revenons à notre objet principal, à la manière de l'étudier et de la traiter. La description exacte et l'histoire fidèle de chaque chose est, comme nous l'avons dit, le seul but qu'on doive se proposer d'abord. Dans la description, l'on doit faire entrer la forme, la grandeur, le poids, les couleurs, les situations de repos et de mouvements, la position des parties, leurs rapports, leur figure, leur action et toutes les fonctions extérieures. Si l'on peut joindre à tout cela l'exposition des parties intérieures, la description n'en sera que plus complète; seulement on doit prendre garde de tomber dans de trop petits détails, ou de s'appesantir sur la description de quelque partie peu importante, et de traiter trop légèrement les choses essentielles et principales. L'histoire doit suivre la description, et doit uniquement rouler sur les rapports que les choses naturelles ont entre elles et avec nous. L'histoire d'un animal doit être, non pas l'histoire de l'individu, mais celle de l'espèce entière de ces animaux; elle doit comprendre leur génération, le temps de la prégnation, celui de l'accouchement, le nombre des petits, les soins des pères et des mères, leur espèce d'éducation, leur instinct, les lieux de leur habitation, leur nourriture, la manière dont ils se la procurent, leurs mœurs, leurs ruses, leur chasse, ensuite les services

qu'ils peuvent nous rendre, et toutes les utilités ou les commodités que nous pouvons en tirer; et lorsque dans l'intérieur du corps de l'animal il y a des choses remarquables, soit par la conformation, soit par les usages qu'on en peut faire, on doit les ajouter ou à la description ou à l'histoire : mais ce serait un objet étranger à l'histoire naturelle que d'entrer dans un examen anatomique trop circonstancié, ou du moins ce n'est pas son objet principal, et il faut réserver ces détails pour servir de mémoires sur l'anatomie comparée.

Ce plan général doit être suivi et rempli avec toute l'exactitude possible; et, pour ne pas tomber dans une répétition trop fréquente du même ordre, pour éviter la monotonie du style, il faut varier la forme des descriptions et changer le fil de l'histoire, selon qu'on le jugera nécessaire; de même pour rendre les descriptions moins sèches, y mêler quelques faits, quelques comparaisons, quelques réflexions sur les usages des différentes parties; en un mot, faire en sorte qu'on puisse vous lire sans ennui, aussi bien que sans contention.

A l'égard de l'ordre général et de la méthode de distribution des différents sujets de l'histoire naturelle, on pourrait dire qu'il est purement arbitraire, et dès lors on est assez le maître de choisir celui qu'on regarde comme le plus commode ou le plus communément reçu. Mais avant que de donner des raisons qui pourraient déterminer à adopter un ordre plutôt qu'un autre, il est nécessaire de faire encore quelques réflexions, par lesquelles nous tâcherons de faire sentir ce qu'il peut y avoir de réel dans les divisions que l'on a faites des productions naturelles.

Pour le reconnaître, il faut nous défaire un instant de tous nos préjugés, et même nous dépouiller de nos idées. Imaginons un homme qui a en effet tout oublié ou qui s'éveille tout neuf pour les objets qui l'environnent; plaçons cet homme dans une campagne où les animaux, les oiseaux, les poissons, les plantes, les pierres se présentent successivement à ses yeux. Dans les premiers instants, cet homme ne distinguera rien et confondra tout : mais laissons ses idées s'affermir peu à peu par des sensations réitérées des mêmes objets, bientôt il se formera une idée générale de la matière animée, il la distinguera aisément de la matière inanimée, et peu de temps après il distinguera très-bien la matière animée de la matière végétative, et naturellement il arrivera à cette première grande division, *animal*, *végétal* et *minéral*; et comme il aura pris en même temps une idée nette de ces grands objets si différents, la *terre*, l'*air* et l'*eau*, il viendra en peu de temps à se former une idée particulière des animaux qui habitent la terre, de ceux qui demeurent dans l'eau, et de ceux qui s'élèvent dans l'air; et par conséquent il se fera aisément à lui-même cette seconde division, *animaux quadrupèdes, oiseaux, poissons.* Il en est de même dans le règne végétal, des arbres et des plantes; il les distinguera très-bien, soit par leur grandeur, soit par leur substance, soit par leur figure. Voilà ce que la simple inspection doit nécessairement lui donner, et ce qu'avec une très-légère attention, il ne peut manquer de reconnaître. C'est là aussi ce que nous devons regarder comme réel, et ce que nous devons respecter comme une division donnée par la nature même. Ensuite mettons-nous à la place de cet homme, ou supposons qu'il ait acquis autant de connaissances, et qu'il ait autant d'expérience que nous en avons; il viendra à juger les objets de l'histoire naturelle par les rapports qu'ils auront avec lui; ceux qui lui seront les plus nécessaires, les plus utiles, tiendront le premier rang; par exemple, il donnera la préférence dans l'ordre des animaux au cheval, au chien, au bœuf, etc., et il connaîtra toujours mieux ceux qui lui seront le plus familiers : ensuite il s'occupera de ceux qui, sans être familiers, ne laissent pas que d'habiter les mêmes lieux, les mêmes climats, comme les cerfs, les lièvres et tous les animaux sauvages; et ce ne sera qu'après toutes ces connaissances acquises, que sa curiosité le portera à rechercher ce que peuvent être les animaux des climats étrangers, comme les éléphants, les dromadaires, etc. Il en sera de même pour les poissons, pour les oiseaux, pour les insectes, pour les coquillages, pour les plantes, pour les minéraux, et pour toutes les autres productions de la nature : il les étudiera à proportion de l'utilité qu'il en pourra tirer; il les considérera à mesure qu'ils se présenteront plus familièrement, et il les rangera dans sa tête relativement à cet ordre de ses connaissances, parce que c'est en effet l'ordre selon lequel il les a acquises, et selon lequel il lui importe de les conserver.

Cet ordre, le plus naturel de tous, est celui

que nous avons cru devoir suivre. Notre méthode de distribution n'est pas plus mystérieuse que ce qu'on vient de voir : nous partons des divisions générales telles qu'on vient de les indiquer, et que personne ne peut contester; et ensuite nous prenons les objets qui nous intéressent le plus par les rapports qu'ils ont avec nous, et de là nous passons peu à peu jusqu'à ceux qui sont les plus éloignés et qui nous sont étrangers; et nous croyons que cette façon simple et naturelle de considérer les choses est préférable aux méthodes les plus recherchées et les plus composées, parce qu'il n'y en a pas une, et de celles qui sont faites, et de toutes celles que l'on peut faire, où il n'y ait plus d'arbitraire que dans celle-ci, et qu'à tout prendre il nous est plus facile, plus agréable et plus utile de considérer les choses par rapport à nous que sous aucun autre point de vue.

Je prévois qu'on pourra nous faire deux objections : la première, c'est que ces grandes divisions, que nous regardons comme réelles, ne sont peut-être pas exactes; que, par exemple, nous ne sommes pas sûrs qu'on puisse tirer une ligne de séparation entre le règne animal et le règne végétal, ou bien entre le règne végétal et le minéral, et que dans la nature il peut se trouver des choses qui participent également des propriétés de l'un et de l'autre, lesquelles par conséquent ne peuvent entrer ni dans l'une ni dans l'autre de ces divisions.

A cela, je réponds que, s'il existe des choses qui soient exactement moitié animal et moitié plante, ou moitié plante et moitié minéral, etc., elles nous sont encore inconnues, en sorte que dans le fait la division est entière et exacte; et l'on sent bien que plus les divisions seront générales, moins il y aura de risque de rencontrer des objets mi-partis qui participeraient de la nature des deux choses comprises dans ces divisions : en sorte que cette même objection, que nous avons employée avec avantage contre les distributions particulières, ne peut avoir lieu lorsqu'il s'agira de divisions aussi générales que l'est celle-ci, surtout si l'on ne rend pas ces divisions exclusives, et si l'on ne prétend pas y comprendre sans exception, non seulement tous les êtres connus, mais encore tous ceux qu'on pourrait découvrir à l'avenir. D'ailleurs, si l'on y fait attention, l'on verra bien que nos idées générales n'étant composées que d'idées particulières, elles sont relatives à une échelle continue d'objets, de laquelle nous n'apercevons nettement que les milieux, et dont les deux extrémités fuient et échappent toujours de plus en plus à nos considérations; de sorte que nous ne nous attachons jamais qu'au gros des choses, et que par conséquent on ne doit pas croire que nos idées, quelque générales qu'elles puissent être, comprennent les idées particulières de toutes les choses existantes et possibles.

La seconde objection qu'on nous fera sans doute, c'est qu'en suivant dans notre ouvrage l'ordre que nous avons indiqué, nous tomberons dans l'inconvénient de mettre ensemble des objets très-différents : par exemple, dans l'histoire des animaux, si nous commençons par ceux qui nous sont les plus utiles, les plus familiers, nous serons obligés de donner l'histoire du chien après ou avant celle du cheval; ce qui ne paraît pas naturel, parce que ces animaux sont si différents à tous autres égards, qu'ils ne paraissent point du tout faits pour être mis si près l'un de l'autre dans un traité d'histoire naturelle : et on ajoutera peut-être qu'il aurait mieux valu suivre la méthode ancienne de la division des animaux en *solipèdes*, *pieds-fourchus*, et *fissipèdes*, ou la méthode nouvelle de la division des animaux par les dents et les mamelles, etc.

Cette objection, qui d'abord pourrait paraître spécieuse, s'évanouira dès qu'on l'aura examinée. Ne vaut-il pas mieux ranger, non-seulement dans un traité d'histoire naturelle, mais même dans un tableau, ou partout ailleurs, les objets dans l'ordre et dans la position où ils se trouvent ordinairement, que de les forcer à se trouver ensemble en vertu d'une supposition? Ne vaut-il pas mieux faire suivre le cheval, qui est solipède, par le chien, qui est fissipède, et qui a coutume de le suivre en effet, que par un zèbre qui nous est peu connu, et qui n'a peut-être d'autre rapport avec le cheval que d'être solipède? D'ailleurs n'y a-t-il pas le même inconvénient pour les différences dans cet arrangement que dans le nôtre? Un lion, parce qu'il est fissipède, ressemble-t-il à un rat, qui est aussi fissipède, plus qu'un cheval ne ressemble à un chien? Un éléphant solipède ressemble-t-il plus à un âne, solipède aussi, qu'à un cerf, qui est pied-fourchu? Et si l'on veut se servir de la nouvelle méthode dans laquelle les dents et les mamelles sont les caractères spécifiques et sur

lesquels sont fondées les divisions et les distributions, trouvera-t-on qu'un lion ressemble plus à une chauve-souris qu'un cheval ne ressemble à un chien? ou bien pour faire notre comparaison encore plus exactement, un cheval ressemble-t-il plus à un cochon qu'à un chien, ou un chien ressemble-t-il plus à une taupe qu'à un cheval? Et puisqu'il y a autant d'inconvénients et des différences aussi grandes dans ces méthodes d'arrangement que dans la nôtre, et que d'ailleurs ces méthodes n'ont pas les mêmes avantages, et qu'elles sont beaucoup plus éloignées de la façon ordinaire et naturelle de considérer les choses, nous croyons avoir eu des raisons suffisantes pour lui donner la préférence, et ne suivre dans nos distributions que l'ordre des rapports que les choses nous ont paru avoir avec nous-mêmes.

Nous n'examinerons pas en détail toutes les méthodes artificielles que l'on a données pour la division des animaux : elles sont toutes plus ou moins sujettes aux inconvénients dont nous avons parlé au sujet des méthodes de botanique; et il nous paraît que l'examen d'une seule de ces méthodes suffit pour faire découvrir les défauts des autres. Ainsi, nous nous bornerons ici à examiner celle de M. Linnæus, qui est la plus nouvelle, afin que l'on soit en état de juger si nous avons eu raison de la rejeter, et de nous attacher seulement à l'ordre naturel dans lequel tous les hommes ont coutume de voir et de considérer les choses.

M. Linnæus divise tous les animaux en six classes, savoir : les *quadrupèdes*, les *oiseaux*, les *amphibies*, les *poissons*, les *insectes* et les *vers*. Cette première division est, comme l'on voit, très-arbitraire et fort incomplète; car elle ne nous donne aucune idée de certains genres d'animaux, qui sont cependant très-considérables et très-étendus, les serpents, par exemple, les coquillages, les crustacés : et il paraît, au premier coup d'œil, qu'ils ont été oubliés; car on n'imagine pas d'abord que les serpents soient des amphibies, les crustacés des insectes, et les coquillages des vers. Au lieu de ne faire que six classes, si cet auteur en eût fait douze ou davantage, et qu'il eût dit les quadrupèdes, les oiseaux, les reptiles, les amphibies, les poissons cétacés, les poissons ovipares, les poissons mous, les crustacés, les coquillages, les insectes de terre, les insectes de mer, les insectes d'eau douce, etc., il eût parlé plus clairement, et ses divisions eussent été plus vraies et moins arbitraires; car, en général, plus on augmentera le nombre des divisions des productions naturelles, plus on approchera du vrai, puisqu'il n'existe réellement dans la nature que des individus, et que les genres, les ordres et les classes n'existent que dans notre imagination.

Si l'on examine les caractères généraux qu'il emploie, et la manière dont il fait ses divisions particulières, on y trouvera encore des défauts bien plus essentiels : par exemple, un caractère général, comme celui pris des mamelles pour la division des quadrupèdes, devrait au moins appartenir à tous les quadrupèdes; cependant depuis Aristote, on sait que le cheval n'a point de mamelles.

Il divise la classe des quadrupèdes en cinq ordres : le premier *anthropomorpha*; le second *feræ*; le troisième *glires*; le quatrième *jumenta*; et le cinquième *pecora*; et ces cinq ordres renferment, selon lui, tous les animaux quadrupèdes. On va voir, par l'exposition et l'énumération même de ces cinq ordres, que cette division est non-seulement arbitraire, mais encore très-mal imaginée; car cet auteur met dans le premier ordre l'homme, le singe, le paresseux et le lézard écailleux. Il faut bien avoir la manie de faire des classes, pour mettre ensemble des êtres aussi différents que l'homme et le paresseux, ou le singe et le lézard écailleux. Passons au second ordre qu'il appelle *feræ*, les bêtes féroces. Il commence en effet par le lion, le tigre; mais il continue par le chat, la belette, la loutre, le veau marin, le chien, l'ours, le blaireau, et il finit par le hérisson, la taupe et la chauve-souris. Aurait-on jamais cru que le nom de *feræ* en latin, *bêtes sauvages ou féroces* en français, eût pu être donné à la chauve-souris, à la taupe, au hérisson; que les animaux domestiques, comme le chien et le chat, fussent des bêtes sauvages? Et n'y a-t-il pas à cela une aussi grande équivoque de bon sens que de mots? Mais voyons le troisième ordre, *glires*, les loirs. Ces loirs de M. Linnæus sont le porc-épic, le lièvre, l'écureuil, le castor et les rats. J'avoue que dans tout cela je ne vois qu'une espèce de rats qui soit en effet un loir. Le quatrième ordre est celui des *jumenta*, ou bêtes de somme. Ces bêtes de somme sont l'éléphant, l'hippopotame, la musaraigne, le cheval et le cochon : autre assemblage, comme on voit, qui est aussi gratuit et aussi bizarre que si l'auteur

eût travaillé dans le dessein de le rendre tel. Enfin le cinquième ordre, *pecora*, ou le bétail, comprend le chameau, le cerf, le bouc, le bélier et le bœuf : mais quelle différence n'y a-t-il pas entre un chameau et un bélier, ou entre un cerf et un bouc? Et quelle raison peut-on avoir pour prétendre que ce soient des animaux du même ordre, si ce n'est que, voulant absolument faire des ordres, et n'en faire qu'un petit nombre, il faut bien y recevoir des bêtes de toute espèce? ensuite, en examinant les dernières divisions des animaux en espèces particulières, on trouve que le loup-cervier n'est qu'une espèce de chat, le renard et le loup une espèce de chien, la civette une espèce de blaireau, le cochon d'Inde une espèce de lièvre, le rat d'eau une espèce de castor, le rhinocéros une espèce d'éléphant, l'âne une espèce de cheval, etc., et tout cela, parce qu'il y a quelques petits rapports entre le nombre des mamelles et des dents de ces animaux, ou quelque ressemblance légère dans la forme de leurs cornes.

Voilà pourtant, et sans y rien omettre, à quoi se réduit ce système de la nature pour les animaux quadrupèdes. Ne serait-il pas plus simple, plus naturel et plus vrai, de dire qu'un âne est un âne, et un chat un chat, que de vouloir, sans savoir pourquoi, qu'un âne soit un cheval, et un chat un loup-cervier?

On peut juger par cet échantillon, de tout le reste du système. Les serpents, selon cet auteur, sont des amphibies; les écrevisses sont des insectes, et non-seulement des insectes, mais des insectes du même ordre que les poux et les puces; et tous les coquillages, les crustacés et les poissons mous, sont des vers; les huîtres, les moules, les oursins, les étoiles de mer, les sèches, etc., ne sont, selon cet auteur, que des vers. En faut-il davantage pour faire sentir combien toutes ces divisions sont arbitraires, et cette méthode mal fondée?

On reproche aux anciens de n'avoir pas fait des méthodes, et les modernes se croient fort au-dessus d'eux, parce qu'ils ont fait un grand nombre de ces arrangements méthodiques et de ces dictionnaires dont nous venons de parler : ils se sont persuadé que cela seul suffit pour prouver que les anciens n'avaient pas, à beaucoup près, autant de connaissances en histoire naturelle que nous en avons. Cependant c'est tout le contraire, et nous aurons dans la suite de cet ouvrage mille occasions de prouver que les anciens étaient beaucoup plus avancés et plus instruits que nous ne le sommes, je ne dis pas en physique, mais dans l'histoire naturelle des animaux et des minéraux, et que les faits de cette histoire leur étaient bien plus familiers qu'à nous, qui aurions dû profiter de leurs découvertes et de leurs remarques. En attendant qu'on en voie des exemples en détail, nous nous contenterons d'indiquer ici les raisons générales qui suffiraient pour le faire penser, quand même on n'en aurait pas des preuves particulières.

La langue grecque est une des plus anciennes et celle dont on a fait le plus longtemps usage. Avant et depuis Homère, on a écrit et parlé grec jusqu'au treizième ou quatorzième siècle; et actuellement encore, le grec corrompu par les idiomes étrangers ne diffère pas autant du grec ancien, que l'italien diffère du latin. Cette langue qu'on doit regarder comme la plus parfaite et la plus abondante de toutes, était, dès le temps d'Homère, portée à un grand point de perfection, ce qui suppose nécessairement une ancienneté considérable avant le siècle même de ce grand poëte; car l'on pourrait estimer l'ancienneté ou la nouveauté d'une langue par la quantité plus ou moins grande des mots, et la variété plus ou moins nuancée des constructions. Or, nous avons dans cette langue les noms d'une très-grande quantité de choses qui n'ont aucun nom en latin ou en français : les animaux les plus rares, certaines espèces d'oiseaux, ou de poissons, ou de minéraux qu'on ne rencontre que très difficilement, très-rarement, ont des noms et des noms constants dans cette langue; preuve évidente que ces objets de l'histoire naturelle étaient connus, et que les Grecs, non-seulement les connaissaient, mais même qu'ils en avaient une idée précise, qu'ils ne pouvaient avoir acquise que par une étude de ces mêmes objets, étude qui suppose nécessairement des observations et des remarques : ils ont même des noms pour les variétés; et ce que nous ne pouvons représenter que par une phrase, se nomme dans cette langue par un seul substantif. Cette abondance de mots, cette richesse d'expressions nettes et précises, ne supposent-elles pas la même abondance d'idées et de connaissances? Ne voit-on pas que des gens qui avaient nommé beaucoup plus de choses que nous, en connaissaient par conséquent beaucoup plus? et cependant ils n'avaient pas fait, comme nous,

des méthodes et des arrangements arbitraires : ils pensaient que la vraie science est la connaissance des faits ; que pour l'acquérir il fallait se familiariser avec les productions de la nature, donner des noms à toutes, afin de les faire reconnaître, de pouvoir s'en entretenir, de se représenter plus souvent les idées des choses rares et singulières, et de multiplier ainsi des connaissances qui, sans cela, se seraient peut-être évanouies, rien n'étant plus sujet à l'oubli que ce qui n'a point de nom : tout ce qui n'est pas d'un usage commun ne se soutient que par le secours des représentations.

D'ailleurs les anciens qui ont écrit sur l'histoire naturelle étaient de grands hommes, et qui ne s'étaient pas bornés à cette seule étude : ils avaient l'esprit élevé, des connaissances variées, approfondies, et des vues générales ; et, s'il nous paraît au premier coup d'œil qu'il leur manquât un peu d'exactitude dans de certains détails, il est aisé de reconnaître, en les lisant avec réflexion, qu'ils ne pensaient pas que les petites choses méritassent une attention aussi grande que celle qu'on leur a donnée dans ces derniers temps ; et, quelque reproche que les modernes puissent faire aux anciens, il me paraît que Aristote, Théophraste et Pline, qui ont été les premiers naturalistes, sont aussi les plus grands à certains égards. L'histoire des animaux par Aristote est peut-être encore aujourd'hui ce que nous avons de mieux fait en ce genre, et il serait fort à désirer qu'il nous eût laissé quelque chose d'aussi complet sur les végétaux et sur les minéraux ; mais les deux livres de plantes, que quelques auteurs lui attribuent, ne ressemblent pas à ses autres ouvrages, et ne sont pas en effet de lui. Il est vrai que la botanique n'était pas fort en honneur de son temps : les Grecs, et même les Romains, ne la regardaient pas comme une science qui dût exister par elle-même et qui dût faire un objet à part ; ils ne la considéraient que relativement à l'agriculture, au jardinage, à la médecine et aux arts : et, quoique Théophraste, disciple d'Aristote, connût plus de cinq cents genres de plantes, et que Pline en cite plus de mille, ils n'en parlent que pour nous en apprendre la culture, ou pour nous dire que les unes entrent dans la composition des drogues, que les autres sont d'usage pour les arts, que d'autres servent à orner nos jardins, etc. ; en un mot, ils ne les considèrent que par l'utilité qu'on en peut tirer, et ils ne se sont pas attachés à les décrire exactement.

L'histoire des animaux leur était mieux connue que celle des plantes. Alexandre donna des ordres et fit des dépenses très-considérables pour rassembler des animaux, et en faire venir de tous les pays, et il mit Aristote en état de les bien observer. Il paraît par son ouvrage qu'il les connaissait peut-être mieux et sous des vues plus générales qu'on ne les connaît aujourd'hui. Enfin, quoique les modernes aient ajouté leurs découvertes à celles des anciens, je ne vois pas que nous ayons sur l'histoire naturelle beaucoup d'ouvrages modernes qu'on puisse mettre au-dessus de ceux d'Aristote et de Pline ; mais comme la prévention naturelle qu'on a pour son siecle pourrait persuader que ce que je viens de dire est avancé témérairement, je vais faire en peu de mots l'exposition du plan de leurs ouvrages.

Aristote commence son histoire des animaux par établir des différences et des ressemblances générales entre les différents genres d'animaux ; au lieu de les diviser par de petits caractères particuliers, comme l'ont fait les modernes, il rapporte historiquement tous les faits et toutes les observations qui portent sur des rapports généraux et sur des caractères sensibles ; il tire ces caractères de la forme, de la couleur, de la grandeur et de toutes les qualités extérieures de l'animal entier, et aussi du nombre et de la position de ses parties, de la grandeur, du mouvement, de la forme de ses membres, des rapports semblables ou différents qui se trouvent dans ces mêmes parties comparées, et il donne partout des exemples pour se faire mieux entendre. Il considère aussi les différences des animaux par leur façon de vivre ; leurs actions et leurs mœurs, leurs habitations, etc. Il parle des parties qui sont communes et essentielles aux animaux, et de celles qui peuvent manquer et qui manquent en effet à plusieurs espèces d'animaux. Le sens du toucher, dit-il, est la seule chose qu'on doive regarder comme nécessaire, et qui ne doit manquer à aucun animal ; et, comme ce sens est commun à tous les animaux, il n'est pas possible de donner un nom à la partie de leur corps dans laquelle réside la faculté de sentir. Les parties les plus essentielles sont celles par lesquelles l'animal prend sa nourriture, celles qui reçoivent et digèrent cette nourriture, et celles par où il en rend le superflu. Il

examine ensuite les parties de la génération des animaux, celles de leurs membres et de leurs différentes parties qui servent à leurs mouvements et à leurs fonctions naturelles. Ces observations générales et préliminaires font un tableau dont toutes les parties sont intéressantes; et ce grand philosophe dit aussi qu'il les a présentées sous cet aspect pour donner un avant-goût de ce qui doit suivre, et faire naître l'attention qu'exige l'histoire particulière de chaque animal, ou plutôt de chaque chose.

Il commence par l'homme, et il le décrit le premier, plutôt parce qu'il est l'animal le mieux connu, que parce qu'il est le plus parfait; et pour rendre sa description moins sèche et plus piquante, il tâche de tirer des connaissances morales en parcourant les rapports physiques du corps humain : il indique les caractères des hommes par les traits de leur visage. Se bien connaître en physionomie serait en effet une science bien utile à celui qui l'aurait acquise; mais peut-on la tirer de l'histoire naturelle? Il décrit donc l'homme par toutes ses parties extérieures et intérieures, et cette description est la seule qui soit entière : au lieu de décrire chaque animal en particulier, il les fait connaître tous par les rapports que toutes les parties de leur corps ont avec celles du corps de l'homme : lorsqu'il décrit, par exemple, la tête humaine, il compare avec elle la tête de différentes espèces d'animaux. Il en est de même de toutes les autres parties; à la description du poumon de l'homme, il rapporte historiquement tout ce qu'on savait des poumons des animaux, et il fait l'histoire de ceux qui en manquent. De même à l'occasion des parties de la génération, il rapporte toutes les variétés des animaux dans la manière de s'accoupler, d'engendrer, de porter et d'accoucher, etc.; à l'occasion du sang, il fait l'histoire des animaux qui en sont privés, et, suivant ainsi ce plan de comparaison, dans lequel, comme l'on voit, l'homme sert de modèle, et ne donnant que les différences qu'il y a des animaux à l'homme, et de chaque partie des animaux à chaque partie de l'homme, il retranche à dessein toute description particulière; il évite par là toute répétition, il accumule les faits, et il n'écrit pas un mot qui soit inutile : aussi a-t-il compris dans un petit volume un nombre presque infini de différents faits, et je ne crois pas qu'il soit possible de réduire à de moindres termes tout ce qu'il avait à dire sur cette matière, qui paraît si peu susceptible de cette précision, qu'il fallait un génie comme le sien pour y conserver en même temps de l'ordre et de la netteté. Cet ouvrage d'Aristote s'est présenté à mes yeux comme une table des matières qu'on aurait extraite, avec le plus grand soin, de plusieurs milliers de volumes remplis de descriptions et d'observations de toute espèce : c'est l'abrégé le plus savant qui ait jamais été fait, si la science est en effet l'histoire des faits; et quand même on supposerait qu'Aristote aurait tiré de tous les livres de son temps ce qu'il a mis dans le sien, le plan de l'ouvrage, sa distribution, le choix des exemples, la justesse des comparaisons, une certaine tournure dans les idées, que j'appellerais volontiers le caractère philosophique, ne laissent pas douter un instant qu'il ne fût lui-même bien plus riche que ceux dont il aurait emprunté.

Pline a travaillé sur un plan bien plus grand, et peut-être trop vaste; il a voulu tout embrasser, et il semble avoir mesuré la nature et l'avoir trouvée trop petite encore pour l'étendue de son esprit. Son histoire naturelle comprend, indépendamment de l'histoire des animaux, des plantes et des minéraux, l'histoire du ciel et de la terre, la médecine, le commerce, la navigation, l'histoire des arts libéraux et mécaniques, l'origine des usages, enfin toutes les sciences naturelles et tous les arts humains; et, ce qu'il y a d'étonnant, c'est que dans chaque partie Pline est également grand. L'élévation des idées, la noblesse du style relèvent encore sa profonde érudition : non-seulement il savait tout ce qu'on pouvait savoir de son temps, mais il avait cette facilité de penser en grand qui multiplie la science; il avait cette finesse de réflexion de laquelle dépendent l'élégance et le goût, et il communique à ses lecteurs une certaine liberté d'esprit, une hardiesse de penser qui est le germe de la philosophie. Son ouvrage, tout aussi varié que la nature, la peint toujours en beau : c'est, si l'on veut, une compilation de tout ce qui avait été écrit avant lui, une copie de tout ce qui avait été fait d'excellent et d'utile à savoir; mais cette copie a de si grands traits, cette compilation contient des choses rassemblées d'une manière si neuve, qu'elle est préférable à la plupart des ouvrages originaux qui traitent des mêmes matières.

Nous avons dit que l'histoire fidèle et la description exacte de chaque chose étaient les deux

seuls objets que l'on devait se proposer d'abord dans l'étude de l'histoire naturelle. Les anciens ont bien rempli le premier, et sont peut-être autant au-dessus des modernes par cette première partie, que ceux-ci sont au-dessus d'eux par la seconde ; car les anciens ont très-bien traité l'historique de la vie et des mœurs des animaux, de la culture et des usages des plantes, des propriétés et de l'emploi des minéraux ; et en même temps ils semblent avoir negligé à dessein la description de chaque chose. Ce n'est pas qu'ils ne fussent très-capables de la bien faire : mais ils dédaignaient apparemment d'écrire des choses qu'ils regardaient comme inutiles, et cette façon de penser tenait à quelque chose de général, et n'était pas aussi déraisonnable qu'on pourrait le croire ; et même ils ne pouvaient guère penser autrement. Premièrement, ils cherchaient à être courts et à ne mettre dans leurs ouvrages que les faits essentiels et utiles, parce qu'ils n'avaient pas, comme nous, la facilité de multiplier les livres, et de les grossir impunément. En second lieu, ils tournaient toutes les sciences du côté de l'utilité, et donnaient beaucoup moins que nous à la vaine curiosité ; tout ce qui n'était pas intéressant pour la société, pour la santé, pour les arts, était négligé ; ils rapportaient tout à l'homme moral, et ils ne croyaient pas que les choses qui n'avaient point d'usage fussent dignes de l'occuper ; un insecte inutile dont nos observateurs admirent les manœuvres, une herbe sans vertu dont nos botanistes observent les étamines, n'étaient pour eux qu'un insecte ou une herbe. On peut citer pour exemple le vingt-septième livre de Pline, *Reliqua herbarum genera*, où il met ensemble toutes les herbes dont il ne fait pas grand cas, qu'il se contente de nommer par lettres alphabétiques, en indiquant seulement quelqu'un de leurs caractères généraux et de leurs usages pour la médecine. Tout cela venait du peu de goût que les anciens avaient pour la physique ; ou, pour parler plus exactement, comme ils n'avaient aucune idée de ce que nous appelons physique particulière et expérimentale, ils ne pensaient pas que l'on pût tirer aucun avantage de l'examen scrupuleux et de la description exacte de toutes les parties d'une plante ou d'un petit animal, et ils ne voyaient pas les rapports que cela pouvait avoir avec l'explication des phénomènes de la nature.

Cependant cet objet est le plus important, et il ne faut pas s'imaginer, même aujourd'hui, que dans l'étude de l'histoire naturelle on doive se borner uniquement à faire des descriptions exactes et à s'assurer seulement des faits particuliers. C'est à la vérité, et comme nous l'avons dit, le but essentiel qu'on doit se proposer d'abord ; mais il faut tâcher de s'élever à quelque chose de plus grand et plus digne encore de nous occuper : c'est de combiner les observations, de généraliser les faits, de les lier ensemble par la force des analogies, et de tâcher d'arriver à ce haut degré de connaissances, où nous pouvons juger que les effets particuliers dépendent d'effets plus généraux, où nous pouvons comparer la nature avec elle-même dans ses grandes opérations, et d'où nous pouvons enfin nous ouvrir les routes pour perfectionner les différentes parties de la physique. Une grande mémoire, de l'assiduité et de l'attention suffisent pour arriver au premier but : mais il faut ici quelque chose de plus ; il faut des vues générales, un coup d'œil ferme et un raisonnement formé plus encore par la réflexion que par l'étude ; il faut enfin cette qualité d'esprit qui nous fait saisir les rapports éloignés, les rassembler et en former un corps d'idées raisonnées, après en avoir apprécié au juste les vraisemblances et en avoir pesé les probabilités.

C'est ici où l'on a besoin de méthode pour conduire son esprit, non pas de celle dont nous avons parlé, qui ne sert qu'à arranger arbitrairement des mots, mais de cette méthode qui soutient l'ordre même des choses, qui guide notre raisonnement, qui éclaire nos vues, les étend et nous empêche de nous égarer.

Les plus grands philosophes ont senti la nécessité de cette méthode, et même ils ont voulu nous en donner des principes et des essais : mais les uns ne nous ont laissé que l'histoire de leurs pensées, et les autres la fable de leur imagination ; et si quelques-uns se sont élevés à ce haut point de métaphysique d'où l'on peut voir les principes, les rapports et l'ensemble des sciences, aucun ne nous a sur cela communiqué ses idées, aucun ne nous a donné des conseils, et la méthode de bien conduire son esprit dans les sciences est encore à trouver : au défaut de préceptes on a substitué des exemples ; au lieu de principes on a employé des définitions ; au lieu de faits avérés, des suppositions hasardées.

Dans ce siècle même où les sciences paraissent

être cultivées avec soin, je crois qu'il est aisé de s'apercevoir que la philosophie est négligée, et peut-être plus que dans aucun autre siècle; les arts qu'on veut appeler scientifiques ont pris sa place; les méthodes de calcul et de géométrie, celles de botanique et d'histoire naturelle, les formules, en un mot, et les dictionnaires occupent presque tout le monde : on s'imagine savoir davantage, parce qu'on a augmenté le nombre des expressions symboliques et des phrases savantes, et on ne fait point attention que tous ces arts ne sont que des échafaudages pour arriver à la science, et non pas la science elle-même; qu'il ne faut s'en servir que lorsqu'on ne peut s'en passer, et qu'on doit toujours se défier qu'ils ne viennent à nous manquer, lorsque nous voudrons les appliquer à l'édifice.

La vérité, cet être métaphysique dont tout le monde croit avoir une idée claire, me paraît confondue dans un si grand nombre d'objets étrangers auxquels on donne son nom, que je ne suis pas surpris qu'on ait de la peine à la reconnaître. Les préjugés et les fausses applications se sont multipliées à mesure que nos hypothèses ont été plus savantes, plus abstraites et plus perfectionnées; il est donc plus difficile que jamais de reconnaître ce que nous pouvons savoir, et de le distinguer nettement de ce que nous devons ignorer. Les réflexions suivantes serviront au moins d'avis sur ce sujet important.

Le mot de vérité ne fait naître qu'une idée vague, il n'a jamais eu de définition précise; et la définition elle-même, prise dans un sens général et absolu, n'est qu'une abstraction qui n'existe qu'en vertu de quelque supposition. Au lieu de chercher à faire une définition de la vérité, cherchons donc à faire une énumération; voyons de près ce qu'on appelle communément vérités, et tâchons de nous en former des idées nettes.

Il y a plusieurs espèces de vérités, et on a coutume de mettre dans le premier ordre les vérités mathématiques : ce ne sont cependant que des vérités de définitions; ces définitions portent sur des suppositions simples, mais abstraites, et toutes les vérités en ce genre ne sont que des conséquences composées, mais toujours abstraites de ces définitions. Nous avons fait les suppositions, nous les avons combinées de toutes les façons; ce corps de combinaisons est la science mathématique; il n'y a donc rien dans cette science que ce que nous y avons mis, et les vérités qu'on en tire ne peuvent être que des expressions différentes sous lesquelles se présentent les suppositions que nous avons employées: ainsi les vérités mathématiques ne sont que les répétitions exactes des définitions ou suppositions. La dernière conséquence n'est vraie que parce qu'elle est identique avec celle qui la précède, et que celle-ci l'est avec la précédente, et ainsi de suite en remontant jusqu'à la première supposition : et comme les définitions sont les seuls principes sur lesquels tout est établi, et qu'elles sont arbitraires et relatives, toutes les conséquences qu'on en peut tirer sont également arbitraires et relatives. Ce qu'on appelle vérités mathématiques se réduit donc à des identités d'idées, et n'a aucune réalité : nous supposons, nous raisonnons sur nos suppositions, nous en tirons des conséquences, nous concluons : la conclusion ou dernière conséquence est une proposition, vraie relativement à notre supposition; mais cette vérité n'est pas plus réelle que la supposition elle-même. Ce n'est point ici le lieu de nous étendre sur les usages des sciences mathématiques, non plus que sur l'abus qu'on en peut faire : il nous suffit d'avoir prouvé que les vérités mathématiques ne sont que des vérités de définitions, ou, si l'on veut, des expressions différentes de la même chose, et qu'elles ne sont vérités que relativement à ces mêmes définitions que nous avons faites : c'est par cette raison qu'elles ont l'avantage d'être toujours exactes et démonstratives, mais abstraites, intellectuelles et arbitraires.

Les vérités physiques, au contraire, ne sont nullement arbitraires et ne dépendent point de nous; au lieu d'être fondées sur des suppositions que nous ayons faites, elles ne sont appuyées que sur des faits. Une suite de faits semblables, ou, si l'on veut, une répétition fréquente et une succession non interrompue des mêmes événements, fait l'essence de la vérité physique : ce qu'on appelle vérité physique n'est donc qu'une probabilité, mais une probabilité si grande, qu'elle équivaut à une certitude. En mathématiques on suppose; en physique on pose et on établit. Là, ce sont des définitions; ici, ce sont des faits. On va de définitions en définitions dans les sciences abstraites; on marche d'observations en observations dans les sciences réelles. Dans les premières on arrive à l'évidence; dans les dernières, à la certitude. Le mot de

vérité comprend l'une et l'autre, et répond par conséquent à deux idées différentes : sa signification est vague et composées, il n'était donc pas possible de la définir généralement; il fallait, comme nous venons de le faire, en distinguer les genres, afin de s'en former une idée nette.

Je ne parlerai pas des autres ordres de vérités : celles de la morale, par exemple, qui sont en partie réelles et en partie arbitraires, demanderaient une longue discussion qui nous éloignerait de notre but, et cela d'autant plus qu'elles n'ont pour objet et pour fin que des convenances et des probabilités.

L'évidence mathématique et la certitude physique sont donc les deux seuls points sous lesquels nous devons considérer la vérité; dès qu'elle s'éloignera de l'une ou de l'autre, ce n'est plus que vraisemblance et probabilité. Examinons donc ce que nous pouvons savoir de science évidente, ou certaine; après quoi nous verrons ce que nous ne pouvons connaître que par conjecture, et enfin ce que nous devons ignorer.

Nous savons ou nous pouvons savoir de science évidente toutes les propriétés, ou plutôt tous les rapports des nombres, des lignes, des surfaces et de toutes les autres quantités abstraites; nous pourrons les savoir d'une manière plus complète à mesure que nous nous exercerons à résoudre de nouvelles questions, et d'une manière plus sûre à mesure que nous rechercherons les causes des difficultés. Comme nous sommes les créateurs de cette science, et qu'elle ne comprend absolument rien que ce que nous avons nous-mêmes imaginé, il ne peut y avoir ni obscurité ni paradoxes qui soient réels ou impossibles; et on en trouvera toujours la solution en examinant avec soin les principes supposés, et en suivant toutes les démarches qu'on a faites pour y arriver; comme les combinaisons de ces principes et les façons de les employer sont innombrables, il y a dans les mathématiques un champ d'une immense étendue de connaissances acquises et à acquérir, que nous serons toujours les maîtres de cultiver quand nous voudrons, et dans lequel nous recueillerons toujours la même abondance de vérités.

Mais ces vérités auraient été perpétuellement de pure spéculation, de simple curiosité et d'entière inutilité, si on n'avait pas trouvé les moyens de les associer aux vérités physiques. Avant que de considérer les avantages de cette union, voyons ce que nous pouvons espérer de savoir en ce genre.

Les phénomènes qui s'offrent tous les jours à nos yeux, qui se succèdent et se répètent sans interruption et dans tous les cas, sont le fondement de nos connaissances physiques. Il suffit qu'une chose arrive toujours de la même façon, pour qu'elle fasse une certitude ou une vérité pour nous; tous les faits de la nature que nous avons observés, ou que nous pourrons observer, sont autant de vérités : ainsi nous pouvons en augmenter le nombre autant qu'il nous plaira, en multipliant nos observations; notre science n'est ici bornée que par les limites de l'univers.

Mais, lorsqu'après avoir bien constaté les faits par des observations réitérées, lorsqu'après avoir établi de nouvelles vérités par des expériences exactes, nous voulons chercher les raisons de ces mêmes faits, les causes de ces effets, nous nous trouvons arrêtés tout à coup, réduits à tâcher de déduire les effets d'effets plus généraux, et obligés d'avouer que les causes nous sont et nous seront perpétuellement inconnues, parce que, nos sens étant eux-mêmes les effets de causes que nous ne connaissons point, ils ne peuvent nous donner des idées *que des effets*, et jamais des causes; il faudra donc nous réduire à appeler cause un effet général, et renoncer à savoir au-delà.

Ces effets généraux sont pour nous les vraies lois de la nature : tous les phénomènes que nous reconnaîtrons tenir à ces lois et en dépendre seront autant de faits expliqués, autant de vérités comprises; ceux que nous ne pourrons y rapporter seront de simples faits qu'il faut mettre en réserve, en attendant qu'un plus grand nombre d'observations et une plus longue expérience nous apprennent d'autres faits, et nous découvrent la cause physique, c'est-à-dire l'effet général dont ces effets particuliers dérivent. C'est ici où l'union des deux sciences mathématique et physique peut donner de grands avantages : l'une donne le *combien*, et l'autre le *comment* des choses; et comme il s'agit ici de combiner et d'estimer des probabilités pour juger si un effet dépend plutôt d'une cause que d'une autre, lorsque vous avez imaginé par la physique le *comment*, c'est-à-dire lorsque vous avez vu qu'un tel effet pourrait bien dépendre de telle cause, vous appliquez ensuite le calcul pour vous assurer du *combien* de cet effet com-

biné avec sa cause, et si vous trouvez que le résultat s'accorde avec les observations, la probabilité que vous avez deviné juste augmente si fort, qu'elle devient une certitude, au lieu que sans ce secours elle serait demeurée simple probabilité.

Il est vrai que cette union des mathématiques et de la physique ne peut se faire que pour un très-petit nombre de sujets: il faut pour cela que les phénomènes que nous cherchons à expliquer soient susceptibles d'être considérés d'une manière abstraite, et que de leur nature ils soient dénués de presque toutes les qualités physiques; car, pour peu qu'ils soient composés, le calcul ne peut plus s'y appliquer. La plus belle et la plus heureuse application qu'on en ait jamais faite est au système du monde; et il faut avouer que si Newton ne nous eût donné que les idées physiques de son système, sans les avoir appuyées sur des évaluations précises et mathématiques, elles n'auraient pas eu à beaucoup près la même force : mais on doit sentir en même temps qu'il y a très-peu de sujets aussi simples, c'est-à-dire aussi dénués de qualités physiques que l'est celui-ci; car la distance des planètes est si grande qu'on peut les considérer les unes à l'égard des autres comme n'étant que des points. On peut en même temps, sans se tromper, faire abstraction de toutes les qualités physiques des planètes, et ne considérer que leur force d'attraction : leurs mouvements sont d'ailleurs les plus réguliers que nous connaissions, et n'éprouvent aucun retardement par la résistance. Tout cela concourt à rendre l'explication du système du monde un problème de mathématique, auquel il ne fallait qu'une idée physique heureusement conçue pour la réaliser; et cette idée est d'avoir pensé que la force qui fait tomber les graves à la surface de la terre, pourrait bien être la même que celle qui retient la lune dans son orbite.

Mais, je le répète, il y a bien peu de sujets en physique où l'on puisse appliquer aussi avantageusement les sciences abstraites, et je ne vois guère que l'astronomie et l'optique auxquelles elles puissent être d'une grande utilité : l'astronomie, par les raisons que nous venons d'exposer, et l'optique, parce que la lumière étant un corps presque infiniment petit, dont les effets s'opèrent en ligne droite avec une vitesse presque infinie, ses propriétés sont presque mathématiques; ce qui fait qu'on peut y appliquer avec quelque succès le calcul et les mesures géométriques. Je ne parlerai pas des mécaniques, parce que la mécanique *rationnelle* est elle-même une science mathématique et abstraite, de laquelle la mécanique pratique, ou l'art de faire et de composer les machines, n'emprunte qu'un seul principe par lequel on peut juger tous les effets en faisant abstraction des frottements et des autres qualités physiques. Aussi m'a-t-il toujours paru qu'il y avait une espèce d'abus dans la manière dont on professe la physique expérimentale, l'objet de cette science n'étant point du tout celui qu'on lui prête. La démonstration des effets mécaniques, comme de la puissance des leviers, des poulies, de l'équilibre des solides et des fluides, de l'effet des plans inclinés, de celui des forces centrifuges, etc., appartenant entièrement aux mathémathiques, et pouvant être saisie par les yeux de l'esprit avec la dernière évidence, il me paraît superflu de la représenter à ceux du corps : le vrai but est au contraire de faire des expériences sur toutes les choses que nous ne pouvons pas mesurer par le calcul, sur tous les effets dont nous ne connaissons pas encore les causes, et sur toutes les propriétés dont nous ignorons les circonstances; cela seul peut nous conduire à de nouvelles découvertes, au lieu que la démonstration des effets mathématiques ne nous apprendra jamais que ce que nous savions déjà.

Mais cet abus n'est rien en comparaison des inconvénients où l'on tombe lorsqu'on veut appliquer la géométrie et le calcul à des sujets de physique trop compliqués, à des objets dont nous ne connaissons pas assez les propriétés pour pouvoir les mesurer. on est obligé dans tous ces cas de faire des suppositions toujours contraires à la nature, de dépouiller le sujet de la plupart de ses qualités, d'en faire un être abstrait qui ne ressemble plus à l'être réel; et lorsqu'on a beaucoup raisonné et calculé sur les rapports et les propriétés de cet être abstrait, et qu'on est arrivé à une conclusion tout aussi abstraite, on croit avoir trouvé quelque chose de réel, et on transporte ce résultat idéal dans le sujet réel, ce qui produit une infinité de fausses conséquences et d'erreurs.

C'est ici le point le plus délicat et le plus important de l'étude des sciences : savoir bien distinguer ce qu'il y a de réel dans un sujet, de ce que nous y mettons d'arbitraire en le considérant; reconnaître clairement les propiétés qui

lui appartiennent et celles que nous lui prêtons, me paraît être le fondement de la vraie méthode de conduire son esprit dans les sciences; et si on ne perdait jamais de vue ce principe, on ne ferait pas une fausse démarche, on éviterait de tomber dans ces erreurs savantes qu'on reçoit souvent comme des vérités; on verrait disparaître les paradoxes, et les questions insolubles des sciences abstraites; on reconnaîtrait les préjugés et les incertitudes que nous portons nous-mêmes dans les sciences réelles; on viendrait alors à s'entendre sur la métaphysique des sciences; on cesserait de disputer, et on se réunirait pour marcher dans la même route à la suite de l'expérience, et arriver enfin à la connaissance de toutes les vérités qui sont du ressort de l'esprit humain.

Lorsque les sujets sont trop compliqués pour qu'on puisse y appliquer avec avantage le calcul et les mesures, comme le sont presque tous ceux de l'histoire naturelle et de la physique particulière, il me paraît que la vraie méthode de conduire son esprit dans ces recherches, c'est d'avoir recours aux observations, de les rassembler, d'en faire de nouvelles, et en assez grand nombre pour nous assurer de la vérité des faits principaux, et de n'employer la méthode mathématique que pour estimer les probabilités des conséquences qu'on peut tirer de ces faits; surtout il faut tâcher de les généraliser et de bien distinguer ceux qui sont essentiels de ceux qui ne sont qu'accessoires au sujet que nous considérons; il faut ensuite les lier ensemble par les analogies, confirmer ou détruire certains points équivoques, par le moyen des expériences, former son plan d'explication sur la combinaison de de tous ces rapports, et les présenter dans l'ordre le plus naturel. Cet ordre peut se prendre de deux façons : la première est de remonter des effets particuliers à des effets plus généraux, et l'autre de descendre du général au particulier : toutes deux sont bonnes, et le choix de l'une ou de l'autre dépend plutôt du génie de l'auteur que de la nature des choses, qui toutes peuvent être également bien traitées par l'une ou l'autre de ces manières. Nous allons donner des essais de cette méthode dans les discours suivants, de la *théorie de la terre*, de la *formation des planètes*, et de la *génération des animaux*.

SECOND DISCOURS.

HISTOIRE ET THÉORIE DE LA TERRE.

Vidi ego, quod fuerat quondam solidissima tellus,
Esse fretum; vidi fractas ex æquore terras;
Et procul a pelago conchæ jacuêre marinæ,
Et vetus inventa est in montibus anchora summis;
Quodque fuit campus, vallem decursus aquarum
Fecit, et eluvie mons est deductus in æquor.
OVID. Metam. lib. 15.

Il n'est ici question ni de la figure [1] de la terre, ni de son mouvement, ni des rapports qu'elle peut avoir à l'extérieur avec les autres parties de l'univers; c'est sa constitution intérieure, sa forme et sa matière que nous nous proposons d'examiner. L'histoire générale de la terre doit précéder l'histoire particulière de ses productions, et les détails des faits singuliers de la vie et des mœurs des animaux, ou de la culture et de la végétation des plantes, appartiennent peut-être moins à l'histoire naturelle que les résultats généraux des observations qu'on a faites sur les différentes matières qui composent le globe terrestre, sur les éminences, les profondeurs et les inégalités de sa forme, sur le mouvement des mers, sur la direction des montagnes, sur la position des carrières, sur la rapidité et les effets des courants de la mer, etc. Ceci est la nature en grand, et ce sont là ses principales opérations; elles influent sur toutes les autres, et la théorie de ces effets est une première science de laquelle dépend l'intelligence des phénomènes particuliers, aussi bien que la connaissance exacte des substances terrestres; et quand même on voudrait donner à cette partie des sciences naturelles le nom de *physique*, toute physique où l'on n'admet point de système n'est-elle pas l'histoire de la nature?

Dans des sujets d'une vaste étendue dont les rapports sont difficiles à rapprocher, où les faits sont inconnus en partie, et pour le reste incertains, il est plus aisé d'imaginer un système que de donner une théorie : aussi la théorie de la terre n'a-t-elle jamais été traitée que d'une manière vague et hypothétique. Je ne parlerai donc que légèrement des idées singulières de quelques auteurs qui ont écrit sur cette matière.

[1] Voyez ci-après les preuves de la théorie de la terre, art. I.

L'un[1], plus ingénieux que raisonnable, astronome convaincu du système de Newton, envisageant tous les événements possibles du cours et de la direction des astres, explique, à l'aide d'un calcul mathématique, par la queue d'une comète, tous les changements qui sont arrivés au globe terrestre.

Un autre[2], théologien hétérodoxe, la tête échauffée de visions poétiques, croit avoir vu créer l'univers. Osant prendre le style prophétique, après nous avoir dit ce qu'était la terre au sortir du néant, ce que le déluge y a changé, ce qu'elle a été et ce qu'elle est, il nous prédit ce qu'elle sera, même après la destruction du genre humain.

Un troisième[3], à la vérité meilleur observateur que les deux premiers, mais tout aussi peu réglé dans ses idées, explique, par un abîme immense d'un liquide contenu dans les entrailles du globe, les principaux phénomènes de la terre, laquelle, selon lui, n'est qu'une croûte superficielle et fort mince qui sert d'enveloppe au fluide qu'elle renferme.

Toutes ces hypothèses faites au hasard, et qui ne portent que sur des fondements ruineux, n'ont point éclairci les idées et ont confondu les faits. On a mêlé la fable à la physique : aussi ces systèmes n'ont été reçus que de ceux qui reçoivent tout aveuglément, incapables qu'ils sont de distinguer les nuances du vraisemblable, et plus flattés du merveilleux que frappés du vrai.

Ce que nous avons à dire au sujet de la terre sera sans doute moins extraordinaire, et pourra paraître commun en comparaison des grands systèmes dont nous venons de parler : mais on doit se souvenir qu'un historien est fait pour décrire et non pour inventer, qu'il ne doit se permettre aucune supposition, et qu'il ne peut faire usage de son imagination que pour combiner les observations, généraliser les faits, et en former un ensemble qui présente à l'esprit un ordre méthodique d'idées claires et de rapports suivis et vraisemblables : je dis vraisemblables, car il ne faut pas espérer qu'on puisse donner des démonstrations exactes sur cette matière, elles n'ont lieu que dans les sciences mathématiques ; et nos connaissances en physique et en histoire naturelle dépendent de l'expérience et se bornent à des inductions.

Commençons donc par nous représenter ce que l'expérience de tous les temps et ce que nos propres observations nous apprennent au sujet de la terre. Ce globe immense nous offre, à la surface, des hauteurs, des profondeurs, des plaines, des mers, des marais, des fleuves, des cavernes, des gouffres, des volcans; et à la première inspection nous ne découvrons en tout cela aucune régularité, aucun ordre. Si nous pénétrons dans son intérieur, nous y trouvons des métaux, des minéraux, des pierres, des bitumes, des sables, des terres, des eaux et des matières de toute espèce, placées comme au hasard et sans aucune règle apparente. En examinant avec plus d'attention, nous voyons des montagnes affaissées, des rochers fendus et brisés, des contrées englouties, des îles nouvelles, des terrains submergés, des cavernes comblées ; nous trouvons des matières pesantes souvent posées sur des matières légères; des corps durs environnés de substances molles ; des choses sèches, humides, chaudes, froides, solides, friables, toutes mêlées et dans une espèce de confusion qui ne nous présente d'autre image que celle d'un amas de débris et d'un monde en ruine.

Cependant nous habitons ces ruines avec une entière sécurité ; les générations d'hommes, d'animaux, de plantes se succèdent sans interruption : la terre fournit abondamment à leur subsistance ; la mer a des limites et des lois, ses mouvements y sont assujettis ; l'air a ses courants réglés, les saisons ont leurs retours périodiques et certains, la verdure n'a jamais manqué de succéder aux frimas ; tout nous paraît être dans l'ordre: la terre qui tout à l'heure n'était qu'un chaos, est un séjour délicieux où règnent le calme et l'harmonie, où tout est animé et conduit avec une puissance et une intelligence qui nous remplissent d'admiration et nous élèvent jusqu'au Créateur.

Ne nous pressons donc pas de prononcer sur l'irrégularité que nous voyons à la surface de la terre, et sur le désordre apparent qui se trouve dans son intérieur : car nous en reconnaîtrons bientôt l'utilité et même la nécessité ; et, en y faisant plus d'attention, nous y trouverons peut-être un ordre que nous ne soupçonnions pas, et des rapports généraux que nous n'apercevions pas au premier coup d'œil. A la vérité, nos con-

[1] Whiston. Voyez les preuves de la théorie de la terre, art. II.

[2] Burnet. Voyez les preuves de la théorie de la terre, art. III.

[3] Woodward. Voyez les preuves, art. IV.

naissances à cet égard seront toujours bornées : nous ne connaissons point encore la surface entière du globe : nous ignorons en partie ce qui se trouve au fond des mers ; il y en a dont nous n'avons pu sonder les profondeurs; nous ne pouvons pénétrer que dans l'écorce de la terre, et les plus grandes cavités, les mines les plus profondes ne descendent pas à la huit-millième partie de son diamètre. Nous ne pouvons donc juger que de la couche extérieure et presque superficielle ; l'intérieur de la masse nous est entièrement inconnu. On sait que volume pour volume la terre pèse quatre fois plus que le soleil. On a aussi le rapport de sa pesanteur avec les autres planètes : mais ce n'est qu'une estimation relative ; l'unité de mesure nous manque, le poids réel de la matière nous étant inconnu : en sorte que l'intérieur de la terre pourrait être ou vide ou rempli d'une matière mille fois plus pesante que l'or, et nous n'avons aucun moyen de le reconnaître ; à peine pouvons-nous former sur cela quelques conjectures raisonnables.

Il faut donc nous borner à examiner et à décrire la surface de la terre, et la petite épaisseur intérieure dans laquelle nous avons pénétré. La première chose qui se présente, c'est l'immense quantité d'eau qui couvre la plus grande partie du globe. Ces eaux occupent toujours les parties les plus basses ; elles sont aussi toujours de niveau, et elles tendent perpétuellement à l'équilibre et au repos. Cependant nous les voyons agitées par une forte puissance, qui, s'opposant à la tranquillité de cet élément, lui imprime un mouvement périodique et réglé, soulève et abaisse alternativement les flots, et fait un balancement de la masse totale des mers en les remuant jusqu'à la plus grande profondeur. Nous savons que ce mouvement est de tous les temps, et qu'il durera autant que la lune et le soleil qui en sont les causes.

Considérant ensuite le fond de la mer, nous y remarquons autant d'inégalités que sur la surface de la terre ; nous y trouvons des hauteurs, des vallées, des plaines, des profondeurs, des rochers, des terrains de toute espèce : nous voyons que toutes les îles ne sont que les sommets des vastes montagnes dont le pied et les racines sont couvertes de l'élément liquide; nous y trouvons d'autres sommets de montagnes qui sont presqu'à fleur d'eau. Nous y remarquons des courants rapides qui semblent se soustraire au mouvement général : on les voit se porter quelquefois constamment dans la même direction, quelquefois rétrograder et ne jamais excéder leurs limites, qui paraissent aussi invariables que celles qui bornent les efforts des fleuves de la terre. Là sont ces contrées orageuses où les vents en fureur précipitent la tempête, où la mer et le ciel, également agités, se choquent et se confondent : ici sont des mouvements intestins, des bouillonnements, des trombes, et des agitations extraordinaires causées par des volcans dont la bouche submergée vomit le feu du sein des ondes, et pousse jusqu'aux nues une épaisse vapeur mêlée d'eau, de soufre et de bitume. Plus loin je vois ces gouffres dont on n'ose approcher, qui semblent attirer les vaisseaux pour les engloutir : au-delà j'aperçois ces vastes plaines toujours calmes et tranquilles, mais tout aussi dangereuses, où les vents n'ont jamais exercé leur empire, où l'art du nautonnier devient inutile, où il faut rester et périr : enfin, portant les yeux jusqu'aux extrémités du globe, je vois ces glaces énormes qui se détachent des continents des pôles, et viennent, comme des montagnes flottantes, voyager et se fondre jusque dans les régions tempérées.

Voilà les principaux objets que nous offre le vaste empire de la mer : des milliers d'habitants de différentes espèces en peuplent toute l'étendue ; les uns couverts d'écailles légères en traversent avec rapidité les différents pays ; d'autres, chargés d'une épaisse coquille, se traînent pesamment et marquent avec lenteur leur route sur le sable ; d'autres, à qui la nature a donné des nageoires en forme d'ailes, s'en servent pour s'élever et se soutenir dans les airs ; d'autres enfin, à qui tout mouvement a été refusé, croissent et vivent attachés aux rochers : tous trouvent dans cet élément leur pâture. Le fond de la mer produit abondamment des plantes, des mousses et des végétations encore plus singulières. Le terrain de la mer est de sable, de gravier, souvent de vase, quelquefois de terre ferme, de coquillages, de rochers, et partout il ressemble à la terre que nous habitons.

Voyageons maintenant sur la partie sèche du globe : quelle différence prodigieuse entre les climats ! quelle variété de terrains! quelle inégalité de niveau ! Mais observons exactement, et nous reconnaîtrons que les grandes chaînes de montagnes se trouvent plus voisines de l'équateur que les pôles ; que dans l'ancien continent elles s'étendent d'orient en occident beaucoup

plus que du nord au sud, et que dans le Nouveau-Monde elles s'étendent au contraire du nord au sud beaucoup plus que d'orient en occident : mais ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que la forme de ces montagnes et leurs contours, qui paraissent absolument irréguliers, ont cependant des directions suivies et correspondantes entre elles; en sorte que les angles saillants d'une montagne se trouvent toujours opposés aux angles rentrants de la montagne voisine, qui en est séparée par un vallon ou par une profondeur. J'observe aussi que les collines opposées ont toujours à très-peu près la même hauteur, et qu'en général les montagnes occupent le milieu des continents, et partagent, dans la plus grande longueur, les îles, promontoires et les autres terres avancées. Je suis de même la direction des plus grands fleuves, et je vois qu'elle est toujours presque perpendiculaire à la côte de la mer dans laquelle ils ont leur embouchure, et que, dans la plus grande partie de leurs cours, ils vont à peu près comme les chaînes de montagnes dont ils prennent leur source et leur direction. Examinant ensuite les rivages de la mer, je trouve qu'elle est ordinairement bordée par des rochers, des marbres et d'autres pierres dures, ou bien par des terres et des sables qu'elle a elle-même accumulés ou que les fleuves ont amenés, et je remarque que les côtes voisines, et qui ne sont séparées que par un bras ou par un petit trajet de mer, sont composées des mêmes matières, et que les lits de terre sont les mêmes de l'un et de l'autre côté. Je vois que les volcans se trouvent tous dans les hautes montagnes, qu'il y en a un grand nombre dont les feux sont entièrement éteints, que quelques-uns de ces volcans ont des correspondances souterraines, et que leurs explosions se font quelquefois en même temps. J'aperçois une correspondance semblable entre certains lacs et les mers voisines. Ici sont des fleuves et des torrents qui se perdent tout à coup et paraissent se précipiter dans les entrailles de la terre; là est une mer intérieure où se rendent cent rivières qui y portent de toutes parts une énorme quantité d'eau sans jamais augmenter ce lac immense, qui semble rendre par des voies souterraines tout ce qu'il reçoit par ses bords. Et, chemin faisant, je reconnais aisément les pays anciennement habités, je les distingue de ces contrées nouvelles où le terrain paraît encore tout brut, où les fleuves sont remplis de cataractes, où les terres sont en partie submergées, marécageuses ou trop arides, où la distribution des eaux est irrégulière, où des bois incultes couvrent toute la surface des terrains qui peuvent produire.

Entrant dans un plus grand détail, je vois que la première couche qui enveloppe le globe est partout d'une même substance ; que cette substance, qui sert à faire croître et à nourrir les végétaux et les animaux, n'est elle-même qu'un composé de parties animales et végétales détruites, ou plutôt réduites en petites parties, dans lesquelles l'ancienne organisation n'est pas sensible. Pénétrant plus avant, je trouve la vraie terre; je vois des couches de sable, de pierres à chaux, d'argile, de coquillages, de marbres, de gravier, de craie, de plâtre, etc., et je remarque que ces couches sont toujours posées parallèlement les unes sur les autres, et que chaque couche a la même épaisseur dans toute son étendue. Je vois que dans les collines voisines les mêmes matières se trouvent au même niveau, quoique les collines soient séparées par des intervalles profonds et considérables. J'observe que, dans tous les lits de terre, et même dans les couches plus solides, comme dans les rochers, dans les carrières de marbres et de pierres, il y a des fentes, que ces fentes sont perpendiculaires à l'horizon, et que, dans les plus grandes comme dans les plus petites profondeurs, c'est une espèce de règle que la nature suit constamment. Je vois de plus que, dans l'intérieur de la terre, sur la cime des monts et dans les lieux les plus éloignés de la mer, on trouve des coquilles, des squelettes de poissons de mer, des plantes marines, etc., qui sont entièrement semblables aux coquilles, aux poissons, aux plantes actuellement vivants dans la mer, et qui en effet sont absolument les mêmes. Je remarque que ces coquilles pétrifiées sont en prodigieuse quantité, qu'on en trouve dans une infinité d'endroits, qu'elles sont renfermées dans l'intérieur des rochers et des autres masses de marbre et de pierre dure, aussi bien que dans les craies et dans les terres; et que non-seulement elles sont renfermées dans toutes ces matières, mais qu'elles y sont incorporées, pétrifiées et remplies de la substance même qui les environne. Enfin, je me trouve convaincu, par des observations réitérées, que les marbres, les pierres, les craies, les marnes, les argiles, les sables et presque toutes les ma-

tières terrestres, sont remplies de coquilles et d'autres débris de la mer, et cela par toute la terre et dans tous les lieux où l'on a pu faire des observations exactes.

Tout cela posé, raisonnons.

Les changements qui sont arrivés au globe terrestre depuis deux et même trois mille ans sont fort peu considérables en comparaison des révolutions qui ont dû se faire dans les premiers temps après la création; car il est aisé de démontrer que, comme toutes les matières terrestres n'ont acquis de la solidité que par l'action continuée de la gravité et des autres forces qui rapprochent et réunissent les particules de la matière, la surface de la terre devait être au commencement beaucoup moins solide qu'elle ne l'est devenue dans la suite, et que par conséquent les mêmes causes, qui ne produisent aujourd'hui que des changements presque insensibles dans l'espace de plusieurs siecles, devaient causer alors de très-grandes révolutions dans un petit nombre d'années. En effet, il parait certain que la terre, actuellement sèche et habitée, a été autrefois sous les eaux de la mer, et que ces eaux étaient supérieures aux sommets des plus hautes montagnes, puisqu'on trouve sur ces montagnes, et jusque sur leurs sommets, des productions marines et des coquilles, qui, comparées avec les coquillages vivants, sont les mêmes, et qu'on ne peut douter de leur parfaite ressemblance ni de l'identité de leurs espèces. Il paraît aussi que les eaux de la mer ont séjourné quelque temps sur cette terre, puisqu'on trouve en plusieurs endroits des bancs de coquilles si prodigieux et si étendus, qu'il n'est pas possible qu'une aussi grande multitude d'animaux ait été tout à la fois vivante en même temps. Cela semble prouver aussi que, quoique les matières qui composent la surface de la terre fussent alors dans un état de mollesse qui les rendait susceptibles d'être aisément divisées, remuées et transportées par les eaux, ces mouvements ne se sont pas faits tout à coup, mais successivement et par degrés; et, comme on trouve quelquefois des productions de la mer à mille et douze cents pieds de profondeur, il paraît que cette épaisseur de terre ou de pierre étant si considérable, il a fallu des années pour la produire : car, quand on voudrait supposer que dans le déluge universel tous les coquillages eussent été enlevés du fond des mers et transportés sur toutes les parties de la terre, outre que cette supposition serait difficile à établir, il est clair que comme on trouve ces coquilles incorporées et pétrifiées dans les marbres et dans les rochers des plus hautes montagnes, il faudrait donc supposer que ces marbres et ces rochers eussent été tous formés en même temps et précisément dans l'instant du déluge, et qu'avant cette grande révolution il n'y avait sur le globe terrestre ni montagnes, ni marbres, ni rochers, ni craies, ni aucune autre matière semblable à celles que nous connaissons, qui presque toutes contiennent des coquilles et d'autres débris des productions de la mer. D'ailleurs, la surface de la terre devait avoir acquis au temps du déluge un degré considérable de solidité, puisque la gravité avait agi sur les matières qui la composent, pendant plus de seize siècles, et, par conséquent, il ne paraît pas possible que les eaux du déluge aient pu bouleverser les terres à la surface du globe jusqu'à d'aussi grandes profondeurs dans le peu de temps que dura l'inondation universelle.

Mais, sans insister plus longtemps sur ce point qui sera discuté dans la suite, je m'en tiendrai maintenant aux observations qui sont constantes et aux faits qui sont certains. On ne peut douter que les eaux de la mer n'aient séjourné sur la surface de la terre que nous habitons, et que, par conséquent, cette même surface de notre continent n'ait été pendant quelque temps le fond d'une mer, dans laquelle tout se passait comme tout se passe actuellement dans la mer d'aujourd'hui. D'ailleurs, les couches des différentes matières qui composent la terre étant, comme nous l'avons remarqué, posées parallèlement et de niveau, il est clair que cette position est l'ouvrage des eaux qui ont amassé et accumulé peu à peu ces matières, et leur ont donné la même situation que l'eau prend toujours elle-même, c'est-à-dire cette situation horizontale que nous observons presque partout; car, dans les plaines les couches sont exactement horizontales, et il n'y a que dans les montagnes où elles soient inclinées, comme ayant été formées par des sédiments déposés sur une base inclinée, c'est-à-dire sur un terrain penchant. Or je dis que ces couches ont été formées peu à peu, et non pas tout d'un coup, par quelque révolution que ce soit, parce que nous trouvons souvent des couches de matière plus pesante, posées sur des couches de matière beaucoup plus légère; ce qui ne pourrait être, si, comme le veulent quel-

ques auteurs, toutes ces matières dissoutes et mêlées en même temps dans l'eau se fussent ensuite précipitées au fond de cet élément, parce qu'alors elles eussent produit une tout autre composition que celle qui existe ; les matières les plus pesantes seraient descendues les premières et au plus bas, et chacune se serait arrangée suivant sa gravité spécifique, dans un ordre relatif à leur pesanteur particulière, et nous ne trouverions pas des rochers massifs sur des arènes légères, non plus que des charbons de terre sous des argiles, des glaises sous des marbres, et des métaux sur des sables.

Une chose à laquelle nous devons encore faire attention et qui confirme ce que nous venons de dire sur la formation des couches par le mouvement et par le sédiment des eaux, c'est que toutes les autres causes de révolution ou de changement sur le globe ne peuvent produire les mêmes effets. Les montagnes les plus élevées sont composées de couches parallèles, tout de même que les plaines les plus basses, et, par conséquent, on ne peut pas attribuer l'origine et la formation des montagnes à des secousses, à des tremblements de terre, non plus qu'à des volcans ; et nous avons des preuves que s'il se forme quelquefois de petites éminences par ces mouvements convulsifs de la terre, ces éminences ne sont pas composées de couches parallèles; que les matières de ces éminences n'ont intérieurement aucune liaison, aucune position régulière, et qu'enfin ces petites collines formées par les volcans ne présentent aux yeux que le désordre d'un tas de matières rejetées confusément. Mais, cette espèce d'organisation de la terre que nous découvrons partout, cette situation horizontale et parallèle des couches, ne peuvent venir que d'une cause constante et d'un mouvement réglé et toujours dirigé de la même façon.

Nous sommes donc assurés par des observations exactes, réitérées et fondées sur des faits incontestables, que la partie sèche du globe que nous habitons a été longtemps sous les eaux de la mer ; par conséquent, cette même terre a éprouvé pendant tout ce temps les mêmes mouvements, les mêmes changements qu'éprouvent actuellement les terres couvertes par la mer. Il paraît que notre terre a été un fond de mer : pour trouver donc ce qui s'est passé autrefois sur cette terre, voyons ce qui se passe aujourd'hui sur le fond de la mer, et de là nous tirerons des inductions raisonnables sur la forme extérieure et la composition intérieure des terres que nous habitons.

Souvenons-nous donc que la mer a de tout temps, et depuis la création, un mouvement de flux et de reflux causé principalement par la lune ; que ce mouvement, qui dans vingt-quatre heures fait deux fois élever et baisser les eaux, s'exerce avec plus de force sous l'équateur que dans les autres climats. Souvenons-nous aussi que la terre a un mouvement rapide sur son axe, et par conséquent une force centrifuge plus grande à l'équateur que dans toutes les autres parties du globe; que cela seul, indépendamment des observations actuelles et des mesures, nous prouve qu'elle n'est pas parfaitement sphérique, mais qu'elle est plus élevée sous l'équateur que sous les pôles; et concluons de ces premières observations, que quand même on supposerait que la terre est sortie des mains du Créateur parfaitement ronde en tous sens (supposition gratuite et qui marquerait bien le cercle étroit de nos idées), son mouvement diurne et celui du flux et du reflux auraient élevé peu à peu les parties de l'équateur, en y amenant successivement les limons, les terres, les coquillages, etc. Ainsi les plus grandes inégalités du globe doivent se trouver et se trouvent en effet voisines de l'équateur ; et, comme ce mouvement de flux et de reflux se fait par des alternatives journalières et répétées sans interruption, il est fort naturel d'imaginer qu'à chaque fois les eaux emportent d'un endroit à l'autre une petite quantité de matière, laquelle tombe ensuite comme un sédiment au fond de l'eau, et forme ces couches parallèles et horizontales qu'on trouve partout; car, la totalité du mouvement des eaux dans le flux et le reflux étant horizontale, les matières entraînées ont nécessairement suivi la même direction, et se sont toutes arrangées parallèlement et de niveau.

Mais, dira-t-on, comme le mouvement du flux et du reflux est un balancement égal des eaux, une espèce d'oscillation régulière, on ne voit pas pourquoi tout ne serait pas compensé, et pourquoi les matières apportées par le flux ne seraient pas remportées par le reflux ; et dès lors la cause de la formation des couches disparait, et le fond de la mer doit toujours rester le même, le flux détruisant les effets du reflux, et l'un et l'autre ne pouvant causer aucun mouvement, aucune altération sensible dans le fond de la mer, et encore moins en changer la forme

primitive en y produisant des hauteurs et des inégalités.

A cela je réponds que le balancement des eaux n'est point égal, puisqu'il produit un mouvement continuel de la mer de l'orient vers l'occident; que de plus l'agitation causée par les vents s'oppose à l'égalité du flux et du reflux, et que de tous les mouvements dont la mer est susceptible, il résultera toujours des transports de terre et des dépôts de matière dans de certains endroits; que ces amas de matières seront composés de couches parallèles et horizontales, les combinaisons quelconques des mouvements de la mer tendant toujours à remuer les terres et à les mettre de niveau les unes sur les autres dans les lieux où elles tombent en forme de sédiment. Mais, de plus, il est aisé de répondre à cette objection par un fait : c'est que dans toutes les extrémités de la mer où l'on observe le flux et reflux, dans toutes les côtes qui la bornent, on voit que le flux amène une infinité de choses que le reflux ne remporte pas; qu'il y a des terrains que la mer couvre insensiblement, et d'autres qu'elle laisse à découvert, après y avoir apporté des terres, des sables, des coquilles, etc., qu'elle dépose, et qui prennent naturellement une situation horizontale; et que ces matières accumulées par la suite des temps, et élevées jusqu'à un certain point, se trouvent peu à peu hors d'atteinte des eaux, restent ensuite pour toujours dans l'état de terre sèche, et font partie des continents terrestres.

Mais, pour ne laisser aucun doute sur ce point important, examinons de près la possibilité ou l'impossibilité de la formation d'une montagne dans le fond de la mer par le mouvement et par le sédiment des eaux. Personne ne peut nier que sur une côte contre laquelle la mer agit avec violence dans le temps qu'elle est agitée par le flux, ces efforts réitérés ne produisent quelque changement, et que les eaux n'emportent à chaque fois une petite portion de la terre de la côte; et quand même elle serait bordée de rochers, on sait que l'eau use peu à peu ces rochers, et que, par conséquent, elle en emporte de petites parties à chaque fois que la vague se retire après s'être brisée. Ces particules de pierre ou de terre seront nécessairement transportées par les eaux jusqu'à une certaine distance et dans de certains endroits où le mouvement de l'eau, se trouvant ralenti, abandonnera ces particules à leur propre pesanteur, et alors elles se précipiteront au fond de l'eau en forme de sédiment, et là elles formeront une première couche horizontale ou inclinée, suivant la position de la surface du terrain sur laquelle tombe cette première couche, laquelle sera bientôt couverte et surmontée d'une autre couche semblable et produite par la même cause, et insensiblement il se formera dans cet endroit un dépôt considérable de matière, dont les couches seront posées parallèlement les unes sur les autres. Cet amas augmentera toujours par les nouveaux sédiments que les eaux y transporteront, et peu à peu par succession de temps il se formera une élévation, une montagne dans le fond de la mer, qui sera entièrement semblable aux éminences et aux montagnes que nous connaissons sur la terre, tant pour la composition intérieure que pour la forme extérieure. S'il se trouve des coquilles dans cet endroit du fond de la mer où nous supposons que se fait notre dépôt, les sédiments couvriront ces coquilles et les rempliront; elles seront incorporées dans les couches de cette matière déposée, et elles feront partie des masses formées par ces dépôts; on les y trouvera dans la situation qu'elles auront acquise en y tombant, ou dans l'état où elles auront été saisies; car, dans cette opération, celles qui se seront trouvées au fond de la mer lorsque les premières couches se seront déposées, se trouveront dans la couche la plus basse; et celles qui seront tombées depuis dans ce même endroit se trouveront dans les couches plus élevées.

Tout de même, lorsque le fond de la mer sera remué par l'agitation des eaux, il se fera nécessairement des transports de terre, de vase, de coquilles et d'autres matières dans de certains endroits où elles se déposeront en forme de sédiment. Or, nous sommes assurés par les plongeurs, qu'aux plus grandes profondeurs où ils puissent descendre, qui sont de vingt brasses, le fond de la mer est remué au point que l'eau se mêle avec la terre, qu'elle devient trouble, et que la vase et les coquillages sont emportés par le mouvement des eaux à des distances considérables; par conséquent dans tous les endroits de la mer où l'on a pu descendre, il se fait des transports de terre et de coquilles qui vont tomber quelque part et former, en se déposant, des couches parallèles et des éminences qui sont composées comme nos montagnes le sont. Ainsi, le flux et le reflux, les vents, les courants et

tous les mouvements des eaux produiront des inégalités dans le fond de la mer, parce que toutes ces causes détachent du fond et des côtes de la mer des matières qui se précipitent ensuite en forme de sédiments.

Au reste, il ne faut pas croire que ces transports de matières ne puissent pas se faire à des distances considérables, puisque nous voyons tous les jours des graines et d'autres productions des Indes orientales et occidentales arriver sur nos côtes [1] : à la vérité, elles sont spécifiquement plus légères que l'eau, au lieu que les matières dont nous parlons sont plus pesantes; mais comme elles sont réduites en poudre impalpable, elles se soutiendront assez longtemps dans l'eau pour être transportées à de grandes distances.

Ceux qui prétendent que la mer n'est pas remuée à de grandes profondeurs, ne font pas attention que le flux et le reflux ébranlent et agitent à la fois toute la masse des mers, et que, dans un globe qui serait entièrement liquide, il y aurait de l'agitation et du mouvement jusqu'au centre; que la force qui produit celui du flux et du reflux est une force pénétrante qui agit sur toutes les parties proportionnellement à leurs masses; qu'on pourrait même mesurer et déterminer par le calcul la quantité de cette action sur un liquide à différentes profondeurs; et qu'enfin ce point ne peut être contesté qu'en se refusant à l'évidence du raisonnement et à la certitude des observations.

Je puis donc supposer légitimement que le flux et le reflux, les vents et toutes les autres causes qui peuvent agiter la mer, doivent produire, par le mouvement des eaux, des éminences et des inégalités dans le fond de la mer, qui seront toujours composées de couches horizontales ou également inclinées : ces éminences pourront, avec le temps, augmenter considérablement, et devenir des collines qui, dans une longue étendue de terrain, se trouveront, comme les ondes qui les auront produites, dirigées du même sens, et formeront peu à peu une chaîne de montagnes. Ces hauteurs, une fois formées, feront obstacle à l'uniformité du mouvement des eaux, et il en résultera des mouvements particuliers dans le mouvement général de la mer : entre deux hauteurs voisines, il se formera nécessairement un courant qui suivra leur direction commune, et coulera, comme coulent les fleuves de la terre, en formant un canal dont les angles seront alternativement opposés dans toute l'étendue de son cours. Ces hauteurs, formées au-dessus de la surface du fond, pourront augmenter encore de plus en plus; car les eaux qui n'auront que le mouvement du flux déposeront sur la cime le sédiment ordinaire, et celles qui obéiront au courant entraîneront au loin les parties qui se seraient déposées entre deux, et en même temps elles creuseront un vallon au pied de ces montagnes, dont tous les angles se trouveront correspondants, et par l'effet de ces deux mouvements et de ces dépôts, le fond de la mer aura bientôt été sillonné, traversé de collines et de chaînes de montagnes, et semé d'inégalités telles que nous les y trouvons aujourd'hui. Peu à peu les matières molles dont les éminences étaient d'abord composées, se seront durcies par leur propre poids : les unes, formées de parties purement argileuses, auront produit ces collines de glaise qu'on trouve en tant d'endroits; d'autres, composées de parties sablonneuses et cristallines, ont fait ces énormes amas de rochers et de cailloux d'où l'on tire le cristal et les pierres précieuses; d'autres, faites de parties pierreuses mêlées de coquilles, ont formé ces lits de pierres et de marbres où nous retrouvons ces coquilles aujourd'hui; d'autres enfin, composées d'une matière encore plus *coquilleuse* et plus terrestre, ont produit les marnes, les craies et les terres. Toutes sont posées par lits, toutes contiennent des substances hétérogènes; les débris des productions marines s'y trouvent en abondance et à peu près suivant le rapport de leur pesanteur; les coquilles les plus légères sont dans les craies, les plus pesantes dans les argiles et dans les pierres, et elles sont remplies de la matière même des pierres et des terres où elles sont renfermées; preuve incontestable qu'elles ont été transportées avec la matière qui les environne et qui les remplit, et que cette matière était réduite en particules impalpables. Enfin, toutes ces matières, dont la situation s'est établie par le niveau des eaux de la mer, conservent encore aujourd'hui leur première position.

On pourra nous dire que la plupart des collines et des montagnes dont le sommet est de rocher, de pierre ou de marbre, ont pour base des

[1] Particulièrement sur les côtes d'Écosse et d'Irlande. Voy. Ray's Discourses.

matières les plus légères ; que ce sont ordinairement ou des monticules de glaise ferme et solide, ou des couches de sable qu'on retrouve dans les plaines voisines jusqu'à une distance assez grande, et on nous demandera comment il est arrivé que ces marbres et ces rochers se soient trouvés au-dessus de ces sables et de ces glaises. Il me paraît que cela peut s'expliquer assez naturellement : l'eau aura d'abord transporté la glaise ou le sable qui faisait la première couche des côtes ou du fond de la mer ; ce qui aura produit au bas une éminence composée de tout ce sable ou de toute cette glaise rassemblée ; après cela les matières plus fermes et plus pesantes qui se seront trouvées au-dessous auront été attaquées et transportées par les eaux en poussière impalpable au-dessus de cette éminence de glaise ou de sable, et cette poussière de pierre aura formé les rochers et les carrières que nous trouvons au-dessus des collines. On peut croire qu'étant les plus pesantes, ces matières étaient autrefois au-dessous des autres, et qu'elles sont aujourd'hui au-dessus, parce qu'elles ont été enlevées et transportées les dernières par le mouvement des eaux.

Pour confirmer ce que nous avons dit, examinons encore plus en détail la situation des matières qui composent cette première épaisseur du globe terrestre, la seule que nous connaissions. Les carrières sont composées de différents lits ou couches presque toutes horizontales ou inclinées suivant la même pente ; celles qui posent sur des glaises ou sur des bases d'autres matières solides sont sensiblement de niveau, surtout dans les plaines. Les carrières où l'on trouve les cailloux et les grès dispersés ont à la vérité une position moins régulière : cependant l'uniformité de la nature ne laisse pas de s'y reconnaître ; car la position horizontale ou toujours également penchante des couches se trouve dans les carrières de roc vif, et dans celles des grès en grande masse : elle n'est altérée et interrompue que dans les carrières de cailloux et de grès en petite masse, dont nous ferons voir que la formation est postérieure à celle de toutes les autres matières ; car le roc vif, le sable vitrifiable, les argiles, les marbres, les pierres calcinables, les craies, les marnes, sont toutes disposées par couches parallèles, toujours horizontales ou également inclinées. On reconnaît aisément dans ces dernières matières la première formation ; car les couches sont exactement horizontales et fort minces, et elles sont arrangées les unes sur les autres comme les feuillets d'un livre. Les couches de sable, d'argile molle, de glaise dure, de craie, de coquilles, sont aussi toutes ou horizontales ou inclinées suivant la même pente. Les épaisseurs des couches sont toujours les mêmes dans toute leur étendue, qui souvent occupe un espace de plusieurs lieues, et que l'on pourrait suivre bien plus loin si l'on observait exactement. Enfin, toutes les matières qui composent la première épaisseur du globe sont disposées de cette façon ; et quelque part qu'on fouille, on trouvera des couches, et on se convaincra par ses yeux de la vérité de ce qui vient d'être dit.

Il faut excepter, à certains égards, les couches de sable ou de gravier entraînées du sommet des montagnes par la pente des eaux : ces veines de sable se trouvent quelquefois dans les plaines, où elles s'étendent même assez considérablement ; elles sont ordinairement posées sous la première couche de la terre labourable, et, dans les lieux plats, elles sont de niveau comme les couches plus anciennes et plus intérieures : mais au pied et sur la croupe des montagnes, ces couches de sable sont fort inclinées, et elles suivent le penchant de la hauteur sur laquelle elles ont coulé. Les rivières et les ruisseaux ont formé ces couches ; et en changeant souvent de lit dans les plaines, ils ont entraîné et déposé partout ces sables et ces graviers. Un petit ruisseau coulant des hauteurs voisines suffit, avec le temps, pour étendre une couche de sable ou de gravier sur toute la superficie d'un vallon, quelque spacieux qu'il soit ; et j'ai souvent observé dans une campagne environnée de collines, dont la base est de glaise aussi bien que la première couche de la plaine, qu'au-dessus d'un ruisseau qui y coule, la glaise se trouve immédiatement sous la terre labourable, et qu'au-dessous du ruisseau il y a une épaisseur d'environ un pied de sable sur la glaise, qui s'étend à une distance considérable. Ces couches produites par les rivières et par les autres eaux courantes ne sont pas de l'ancienne formation ; elles se reconnaissent aisément à la différence de leur épaisseur, qui varie et n'est pas la même partout comme celle des couches anciennes, à leurs interruptions fréquentes, et enfin à la matière même, qu'il est aisé de juger, et qu'on reconnaît avoir été lavée, roulée et arrondie. On peut dire la même chose des couches

de tourbes et de végétaux pourris qui se trouvent au-dessous de la première couche de terre dans les terrains marécageux : ces couches ne sont pas anciennes ; et elles ont été produites par l'entassement successif des arbres et des plantes qui peu à peu ont comblé ces marais. Il en est encore de même de ces couches limoneuses que l'inondation des fleuves a produites dans différents pays : tous ces terrains ont été nouvellement formés par les eaux courantes ou stagnantes, et ils ne suivent pas la pente égale ou le niveau aussi exactement que les couches anciennement produites par le mouvement régulier des ondes de la mer. Dans les couches que les rivières ont formées, on trouve des coquilles fluviatiles, mais il y en a peu de marines : et le peu qu'on y en trouve est brisé, déplacé, isolé, au lieu que dans les couches anciennes les coquilles marines se trouvent en quantité ; il n'y en a point de fluviatiles, et ces coquilles de mer y sont bien conservées et toutes placées de la même manière, comme ayant été transportées et posées en même temps par la même cause. Et en effet, pourquoi ne trouve-t-on pas les matières entassées irrégulièrement, au lieu de les trouver par couches? Pourquoi les marbres, les pierres dures, les craies, les argiles, les plâtres, les marnes, etc., ne sont-ils pas dispersés ou joints par couches irrégulières ou verticales? Pourquoi les choses pesantes ne sont-elles pas toujours au-dessous des plus légères? Il est aisé d'apercevoir que cette uniformité de la nature, cette espèce d'organisation de la terre, cette jonction des différentes matières par couches parallèles et par lits, sans égard à leur pesanteur, n'ont pu être produites que par une cause aussi puissante et aussi constante que celle de l'agitation des eaux de la mer, soit par le mouvement réglé des vents, soit par celui du flux et du reflux, etc.

Ces causes agissent avec plus de force sous l'équateur que dans les autres climats, car les vents y sont plus constants et les marées plus violentes que partout ailleurs : aussi les plus grandes chaînes de montagnes sont voisines de l'équateur. Les montagnes de l'Afrique et du Pérou sont les plus hautes qu'on connaisse ; et, après avoir traversé des continents entiers, elles s'étendent encore à des distances très-considérables sous les eaux de la mer Océane. Les montagnes de l'Europe et de l'Asie, qui s'étendent depuis l'Espagne jusqu'à la Chine, ne sont pas aussi élevées que celles de l'Amérique méridionale et de l'Afrique. Les montagnes du Nord ne sont, au rapport des voyageurs, que des collines, en comparaison de celles des pays méridionaux. D'ailleurs le nombre des îles est fort peu considérable dans les mers septentrionales, tandis qu'il y en a une quantité prodigieuse dans la zone torride ; et, comme une île n'est qu'un sommet de montagne, il est clair que la surface de la terre a beaucoup plus d'inégalités vers l'équateur que vers le nord.

Le mouvement général du flux et du reflux a donc produit les plus grandes montagnes qui se trouvent dirigées d'occident en orient dans l'ancien continent, et du nord au sud dans le nouveau, dont les chaînes sont d'une étendue très-considérable ; mais il faut attribuer aux mouvements particuliers des courants, des vents et des autres agitations irrégulières de la mer l'origine de toutes les autres montagnes. Elles ont vraisemblablement été produites par la combinaison de tous ces mouvements, dont on voit bien que les effets doivent être variés à l'infini, puisque les vents, la position différente des îles et des côtes, ont altéré de tous les temps et dans tous les sens possibles la direction du flux et du reflux des eaux. Ainsi il n'est point étonnant qu'on trouve sur le globe des éminences considérables dont le cours est dirigé vers différentes plages : il suffit pour notre objet d'avoir démontré que les montagnes n'ont point été placées au hasard, et qu'elles n'ont point été produites par des tremblements de terre ou par d'autres causes accidentelles, mais qu'elles sont un effet résultant de l'ordre général de la nature, aussi bien que l'espèce d'organisation qui leur est propre, et la position des matières qui les composent.

Mais comment est-il arrivé que cette terre que nous habitons, que nos ancêtres ont habitée comme nous, qui, de temps immémorial, est un continent sec, ferme et éloigné des mers, ayant été autrefois un fond de mer, soit actuellement supérieure à toutes les eaux, et en soit si distinctement séparée? Pourquoi les eaux de la mer n'ont-elles pas resté sur cette terre, puisqu'elles y ont séjourné si long temps? Quel accident, quelle cause a pu produire ce changement dans le globe? Est-il même possible d'en concevoir une assez puissante pour opérer un tel effet?

Ces questions sont difficiles à résoudre ; mais

les faits étant certains, la manière dont ils sont arrivés peut demeurer inconnue sans préjudicier au jugement que nous devons en porter : cependant, si nous voulons y réfléchir, nous trouverons par induction des raisons très-plausibles de ces changements. Nous voyons tous les jours la mer gagner du terrain dans de certaines côtes, et en perdre dans d'autres ; nous savons que l'Océan a un mouvement général et continuel d'orient en occident ; nous entendons de loin les efforts terribles que la mer fait contre les basses terres et contre les rochers qui la bornent ; nous connaissons des provinces entières où on est obligé de lui opposer des digues que l'industrie humaine a bien de la peine à soutenir contre la fureur des flots ; nous avons des exemples de pays récemment submergés et de débordements réguliers ; l'histoire nous parle d'inondations encore plus grandes et de déluges : tout cela ne doit-il pas nous porter à croire qu'il est en effet arrivé de grandes révolutions sur la surface de la terre, et que la mer a pu quitter et laisser à découvert la plus grande partie des terres qu'elle occupait autrefois ? Par exemple, si nous nous prêtons un instant à supposer que l'ancien et le nouveau monde ne faisaient autrefois qu'un seul continent, et que, par un violent tremblement de terre, le terrain de l'ancienne Atlantique de Platon se soit affaissé, la mer aura nécessairement coulé de tous côtés pour former l'océan Atlantique, et par conséquent aura laissé à découvert de vastes continents qui sont peut-être ceux que nous habitons. Ce changement a donc pu se faire tout à coup par l'affaissement de quelque vaste caverne dans l'intérieur du globe, et produire par conséquent un déluge universel, ou bien ce changement ne s'est pas fait tout à coup, et il a fallu peut-être beaucoup de temps : mais enfin il s'est fait, et je crois même qu'il s'est fait naturellement ; car, pour juger de ce qui est arrivé et même de ce qui arrivera, nous n'avons qu'à examiner ce qui arrive. Il est certain, par les observations réitérées de tous les voyageurs, que l'Océan a un mouvement constant d'orient en occident : ce mouvement se fait sentir non-seulement entre les tropiques, comme celui du vent d'est, mais encore dans toute l'étendue des zones tempérées et froides où l'on a navigué. Il suit de cette observation, qui est constante, que la mer Pacifique fait un effort continuel contre les côtes de la Tartarie, de la Chine et de l'Inde ; que l'océan Indien fait effort contre la côte orientale de l'Afrique, et que l'océan Atlantique agit de même contre toutes les côtes orientales de l'Amérique : ainsi la mer a dû et doit toujours gagner du terrain sur les côtes orientales ; et en perdre sur les côtes occidentales. Cela seul suffirait pour prouver la possibilité de ce changement de terre en mer et de mer en terre ; et si en effet il s'est opéré par ce mouvement des eaux d'orient en occident, comme il y a grande apparence, ne peut-on pas conjecturer très-vraisemblablement que le pays le plus ancien du monde est l'Asie et tout le continent oriental ? que l'Europe, au contraire, et une partie de l'Afrique, et surtout les côtes occidentales de ces continents, comme l'Angleterre, la France, l'Espagne, la Mauritanie, etc., sont des terres plus nouvelles ? L'histoire paraît s'accorder ici avec la physique, et confirmer cette conjecture, qui n'est pas sans fondement.

Mais il y a bien d'autres causes qui concourent, avec le mouvement continuel de la mer d'orient en occident, pour produire l'effet dont nous parlons. Combien n'y a-t-il pas de terres plus basses que le niveau de la mer, et qui ne sont défendues que par un isthme, un banc de rochers, ou par des digues encore plus faibles ! L'effort des eaux détruira peu à peu ces barrières, et dès lors ces pays seront submergés. De plus, ne sait-on pas que les montagnes s'abaissent continuellement par les pluies qui en détachent les terres et les entraînent dans les vallées ? Ne sait-on pas que les ruisseaux roulent les terres des plaines et des montagnes dans les fleuves, qui portent à leur tour cette terre superflue dans la mer ? Ainsi peu à peu le fond des mers se remplit, la surface des continents s'abaisse et se met de niveau, et il ne faut que du temps pour que la mer prenne successivement la place de la terre.

Je ne parle point de ces causes éloignées qu'on prévoit moins qu'on ne les devine ; de ces secousses de la nature, dont le moindre effet serait la catastrophe du monde : le choc ou l'approche d'une comète, l'absence de la lune, la présence d'une nouvelle planète, etc., sont des suppositions sur lesquelles il est aisé de donner carrière à son imagination ; de pareilles causes produisent tout ce qu'on veut, et d'une seule de ces hypothèses on va tirer mille romans physiques, que leurs auteurs, appelleront *Théorie de la*

terre. Comme historien, nous nous refusons à ces vaines spéculations; elles roulent sur des possibilités qui, pour se réduire à l'acte, supposent un bouleversement de l'univers, dans lequel notre globe, comme un point de matière abandonnée, échappe à nos yeux, et n'est plus un objet digne de nos regards: pour les fixer, il faut le prendre tel qu'il est, en bien observer toutes les parties, et, pour les inductions, conclure du présent au passé. D'ailleurs, des causes dont l'effet est rare, violent et subit, ne doivent pas nous toucher; elles ne se trouvent pas dans la marche ordinaire de la nature, mais des effets qui arrivent tous les jours, des mouvements qui se succèdent et se renouvellent sans interruption, des opérations constantes et toujours réitérées, ce sont là nos causes et nos raisons.

Ajoutons-y des exemples, combinons la cause générale avec les causes particulières, et donnons des faits dont le détail rendra sensibles les différents changements qui sont arrivés sur le globe, soit par l'irruption de l'Océan dans les terres, soit par l'abandon de ces mêmes terres, lorsqu'elles se sont trouvées trop élevées.

La plus grande irruption de l'Océan dans les terres est celle qui a produit la mer Méditerranée. Entre deux promontoires avancés, l'Océan coule avec une très-grande rapidité par un passage étroit, et forme ensuite une vaste mer qui couvre un espace, lequel, sans y comprendre la mer Noire, est environ sept fois grand comme la France. Ce mouvement de l'Océan par le détroit de Gibraltar est contraire à tous les autres mouvements de la mer, dans tous les détroits qui joignent l'Océan à l'Océan; car le mouvement général de la mer est d'orient en occident, et celui-ci seul est d'occident en orient; ce qui prouve que la mer Méditerranée n'est point un golfe ancien de l'Océan, mais qu'elle a été formée par une irruption des eaux, produite par quelques causes accidentelles, comme serait un tremblement de terre, lequel aurait affaissé les terres à l'endroit du détroit, ou un violent effort de l'Océan, causé par les vents, qui aurait rompu la digue entre les promontoires de Gibraltar et de Ceuta. Cette opinion est appuyée du témoignage des anciens, qui ont écrit que la mer Méditerranée n'existait point autrefois; et elle est, comme on voit, confirmée par l'histoire naturelle et par les observations qu'on a faites sur la nature des terres à la côte d'Afrique et à celle d'Espagne, où l'on trouve les mêmes lits de pierres, les mêmes couches de terre en-deçà et au-delà du détroit, à peu près comme dans de certaines vallées où les deux collines qui les surmontent se trouvent être composées des mêmes matières et au même niveau.

L'Océan s'étant donc ouvert cette porte, a d'abord coulé par le détroit avec une rapidité beaucoup plus grande qu'il ne coule aujourd'hui, et il a inondé le continent qui joignait l'Europe à l'Afrique; les eaux ont couvert toutes les basses terres dont nous n'apercevons aujourd'hui que les éminences et les sommets dans l'Italie et dans les îles de Sicile, de Malte, de Corse, de Sardaigne, de Chypre, de Rhodes, et de l'Archipel.

Je n'ai pas compris la mer Noire dans cette irruption de l'Océan, parce qu'il paraît que la quantité d'eau qu'elle reçoit du Danube, du Niéper, du Don, et de plusieurs autres fleuves qui y entrent, est plus que suffisante pour la former, et que d'ailleurs elle coule avec une très-grande rapidité par le Bosphore dans la mer Méditerranée. On pourrait même présumer que la mer Noire et la mer Caspienne ne faisaient autrefois que deux grands lacs, qui peut-être étaient joints par un détroit de communication, ou bien par un marais ou un petit lac qui réunissait les eaux du Don et du Volga auprès de Tria, où ces deux fleuves sont fort voisins l'un de l'autre; et l'on peut croire que ces deux mers ou ces deux lacs étaient autrefois d'une bien plus grande étendue qu'ils ne sont aujourd'hui: peu à peu ces grands fleuves, qui ont leurs embouchures dans la mer Noire et dans la mer Caspienne, auront amené une assez grande quantité de terre pour fermer la communication, remplir le détroit et séparer ces deux lacs; car on sait qu'avec le temps les grands fleuves remplissent les mers et forment des continents nouveaux, comme la province de l'embouchure du fleuve Jaune à la Chine, la Louisiane à l'embouchure du Mississipi, et la partie septentrionale de l'Égypte, qui doit son origine et son existence aux inondations du Nil. La rapidité de ce fleuve entraîne les terres de l'intérieur de l'Afrique, et il les dépose ensuite dans ses débordements en si grande quantité, qu'on peut fouiller jusqu'à cinquante pieds dans l'épaisseur de ce limon déposé par les inondations du Nil; de même les terrains de la province de la rivière Jaune et de la Louisiane ne se sont formés que par le limon des fleuves.

Au reste, la mer Caspienne est actuellement un vrai lac qui n'a aucune communication avec les autres mers, pas même avec le lac Aral, qui paraît en avoir fait partie, et qui n'en est séparé que par un vaste pays de sable dans lequel on ne trouve ni fleuves, ni rivières, ni aucun canal par lequel la mer Caspienne puisse verser ses eaux. Cette mer n'a donc aucune communication extérieure avec les autres mers, et je ne sais si l'on est bien fondé à soupçonner qu'elle en a d'intérieure avec la mer Noire ou avec le golfe Persique. Il est vrai que la mer Caspienne reçoit le Volga et plusieurs autres fleuves qui semblent lui fournir plus d'eau que l'évaporation n'en peut enlever : mais, indépendamment de la difficulté de cette estimation, il paraît que, si elle avait communication avec l'une ou l'autre de ces mers, on y aurait reconnu un courant rapide et constant qui entraînerait tout vers cette ouverture qui servirait de décharge à ses eaux, et je ne sache pas qu'on ait jamais rien observé de semblable sur cette mer; des voyageurs exacts, sur le témoignage desquels on peut compter, nous assurent le contraire, et par conséquent il est nécessaire que l'évaporation enlève de la mer Caspienne une quantité d'eau égale à celle qu'elle reçoit.

On pourrait encore conjecturer avec quelque vraisemblance, que la mer Noire sera un jour séparée de la Méditerranée, et que le Bosphore se remplira lorsque les grands fleuves, qui ont leurs embouchures dans le Pont-Euxin, auront amené une assez grande quantité de terre pour fermer le détroit; ce qui peut arriver avec le temps, et par la diminution successive des fleuves, dont la quantité des eaux diminue à mesure que les montagnes et les pays élevés, dont ils tirent leurs sources, s'abaissent par le dépouillement des terres que les pluies entraînent et que les vents enlèvent.

La mer Capienne et la mer Noire doivent donc être regardées plutôt comme des lacs que comme des mers ou des golfes de l'Océan; car elles ressemblent à d'autres lacs qui reçoivent un grand nombre de fleuves et qui ne rendent rien par les voies extérieures, comme la mer Morte, plusieurs lacs en Afrique, etc. D'ailleurs les eaux de ces deux mers ne sont pas à beaucoup près aussi salées que celles de la Méditerranée ou de l'Océan, et tous les voyageurs assurent que la navigation est très-difficile sur la mer Noire et sur la mer Caspienne, à cause de leur peu de profondeur et de la quantité d'écueils et de bas-fonds qui s'y rencontrent, en sorte qu'elles ne peuvent porter que de petits vaisseaux ; ce qui prouve encore qu'elles ne doivent pas être regardées comme des golfes de l'Océan, mais comme des amas d'eau formés par les grands fleuves dans l'intérieur des terres.

Il arriverait peut-être une irruption considérable de l'Océan dans les terres, si on coupait l'isthme qui sépare l'Afrique de l'Asie, comme les rois d'Égypte, et depuis les califes, en ont eu le projet : et je ne sais si le canal de communication qu'on a prétendu reconnaître entre ces deux mers est assez bien constaté; car la mer Rouge doit être plus élevée que la mer Méditerranée; cette mer étroite est un bras de l'Océan qui dans toute son étendue ne reçoit aucun fleuve du côté de l'Égypte, et fort peu de l'autre côté : elle ne sera donc pas sujette à diminuer comme les mers ou les lacs qui reçoivent en même temps les terres et les eaux que les fleuves y amènent, et qui se remplissent peu à peu. L'Océan fournit à la mer Rouge toutes ses eaux, et le mouvement du flux et du reflux y est extrêmement sensible ; ainsi elle participe immédiatement aux grands mouvements de l'Océan. Mais la mer Méditerranée est plus basse que l'Océan, puisque les eaux y coulent avec une très-grande rapidité par le détroit de Gibraltar ; d'ailleurs elle reçoit le Nil qui coule parallèlement à la côte occidentale de la mer Rouge, et qui traverse l'Égypte dans toute sa longueur, dont le terrain est par lui-même extrêmement bas : ainsi il est très-vraisemblable que la mer Rouge est plus élevée que la Méditerranée, et que, si on ôtait la barrière, en coupant l'isthme de Suez, il s'ensuivrait une grande inondation et une augmentation considérable de la mer Méditerranée, à moins qu'on ne retînt les eaux par des digues et des écluses de distance en distance, comme il est à présumer qu'on l'a fait autrefois, si l'ancien canal de communication a existé.

Mais, sans nous arrêter plus longtemps à des conjectures qui, quoique fondées, pourraient paraître trop hasardées, surtout à ceux qui ne jugent des possibilités que par les événements actuels, nous pouvons donner des exemples récents et des faits certains sur le changement de mer en terre [1] et de terre en mer. A Venise, le

[1] Voyez les preuves art. XIX.

fond de la mer Adriatique s'élève tous les jours, et il y a déjà longtemps que les lagunes et la ville feraient partie du continent, si on n'avait pas un très-grand soin de nettoyer et vider les canaux; il en est de même de la plupart des ports, des petites baies et des embouchures de toutes les rivières. En Hollande, le fond de la mer s'élève aussi en plusieurs endroits, car le petit golfe de Zuyderzée et le détroit du Texel ne peuvent plus recevoir de vaisseaux aussi grands qu'autrefois. On trouve à l'embouchure de presque tous les fleuves, des îles, des sables, des terres amoncelées et amenées par les eaux, et il n'est pas douteux que la mer ne se remplisse dans tous les endroits où elle reçoit de grandes rivières. Le Rhin se perd dans les sables qu'il a lui-même accumulés. Le Danube, le Nil et tous les grands fleuves, ayant entraîné beaucoup de terrain, n'arrivent plus à la mer par un seul canal; mais ils ont plusieurs bouches, dont les intervalles ne sont remplis que des sables ou du limon qu'ils ont charriés. Tous les jours on dessèche des marais, on cultive des terres abandonnées par la mer, on navigue sur des pays submergés; enfin, nous voyons sous nos yeux d'assez grands changements de terres en eau et d'eau en terres, pour être assurés que ces changements se sont faits, se font et se feront; en sorte qu'avec le temps les golfes deviendront des continents, les isthmes seront un jour des détroits, les marais deviendront des terres arides, et les sommets de nos montagnes les écueils de la mer.

Les eaux ont donc couvert et peuvent encore couvrir successivement toutes les parties des continents terrestres, et dès lors on doit cesser d'être étonné de trouver partout des productions marines et une composition dans l'intérieur qui ne peut être que l'ouvrage des eaux. Nous avons vu comment se sont formées les couches horizontales de la terre; mais nous n'avons encore rien dit des fentes perpendiculaires qu'on remarque dans les rochers, dans les carrières, dans les argiles, etc., et qui se trouvent aussi généralement que les couches horizontales dans toutes les matières qui composent le globe. Ces fentes perpendiculaires sont à la vérité beaucoup plus éloignées les unes des autres que les couches horizontales; et plus les matières sont molles, plus ces fentes paraissent être éloignées les unes des autres. Il est fort ordinaire, dans les carrières de marbre ou de pierre dure, de trouver les fentes perpendiculaires éloignées seulement de quelques pieds : si la masse des rochers est fort grande, on les trouve éloignées de quelques toises; quelquefois elles descendent depuis le sommet des rochers jusqu'à leur base; souvent elles se terminent à un lit inférieur du rocher, mais elles sont toujours perpendiculaires aux couches horizontales dans toutes les matières calcinables, comme les craies, les marnes, les pierres, les marbres, etc.; au lieu qu'elles sont plus obliques et plus irrégulièrement posées dans les matières vitrifiables, dans les carrières de grès et les rochers de caillou, où elles sont intérieurement garnies de pointes de cristal et de minéraux de toute espèce; et dans les carrières de marbre ou de pierre calcinable, elles sont remplies de spar, de gypse, de gravier et d'un sable terreux, qui est bon pour bâtir et qui contient beaucoup de chaux : dans les argiles, dans les craies, dans les marnes et dans toutes les autres espèces de terres, à l'exception des tufs, on trouve ces fentes perpendiculaires, ou vides, ou remplies de quelques matières que l'eau y a conduites.

Il me semble qu'on ne doit pas aller chercher loin la cause et l'origine de ces fentes perpendiculaires : comme toutes les matières ont été amenées et déposées par les eaux, il est naturel de penser qu'elles étaient détrempées et qu'elles contenaient d'abord une grande quantité d'eau; peu à peu elles se sont durcies et ressuyées, et en se desséchant elles ont diminué de volume, ce qui les a fait fendre de distance en distance : elles ont dû se fendre perpendiculairement, parce que l'action de la pesanteur des parties les unes sur les autres est nulle dans cette direction, et qu'au contraire elle est tout à fait opposée à cette *disruption* dans la situation horizontale, ce qui a fait que la diminution de volume n'a pu avoir d'effet sensible que dans la direction verticale. Je dis que c'est la diminution de volume par le dessèchement qui seule a produit ces fentes perpendiculaires, et que ce n'est pas l'eau contenue dans l'intérieur de ces matières qui a cherché des issues et qui a formé les fentes; car j'ai souvent observé que ces deux parois de ces fentes se répondent dans toute leur hauteur aussi exactement que deux morceaux de bois qu'on viendrait de fendre : leur intérieur est rude et ne paraît pas avoir essuyé le frottement des eaux qui auraient à la longue poli et usé les surfaces; ainsi ces fentes se sont faites ou tout à coup, ou

peu à peu par le dessèchement, comme nous voyons les gerçures se faire dans les bois, et la plus grande partie de l'eau s'est évaporée par les pores. Mais nous ferons voir dans notre discours sur les minéraux, qu'il reste encore de cette eau primitive dans les pierres et dans plusieurs autres matieres, et qu'elle sert à la production des cristaux, des minéraux et de plusieurs autres substances terrestres.

L'ouverture de ces fentes perpendiculaires varie beaucoup pour la grandeur : quelques-unes n'ont qu'un demi-pouce, un pouce ; d'autres ont un pied, deux pieds ; il y en a qui ont quelquefois plusieurs toises, et ces dernières forment entre les deux parties du rocher ces précipices qu'on rencontre si souvent dans les Alpes et dans toutes les hautes montagnes. On voit bien que celles dont l'ouverture est petite ont été produites par le seul dessèchement : mais celles qui présentent une ouverture de quelques pieds de largeur ne se sont pas augmentées à ce point par cette seule cause ; c'est aussi parce que la base qui porte le rocher ou les terres supérieures s'est affaissée un peu plus d'un côté que de l'autre, et un petit affaissement dans la base, par exemple, d'une ligne ou deux, suffit pour produire dans une hauteur considérable des ouvertures de plusieurs pieds, et même de plusieurs toises : quelquefois aussi les rochers coulent un peu sur leur base de glaise ou de sable, et les fentes perpendiculaires deviennent plus grandes par ce mouvement. Je ne parle pas encore de ces larges ouvertures, de ces énormes coupures qu'on trouve dans les rochers et dans les montagnes ; elles ont été produites par de grands affaissements, comme serait celui d'une caverne intérieure qui, ne pouvant plus soutenir le poids dont elle est chargée, s'affaisse et laisse un intervalle considérable entre les terres supérieures. Ces intervalles sont différents des fentes perpendiculaires ; ils paraissent être des portes ouvertes par les mains de la nature pour la communication des nations. C'est de cette façon que se présentent les portes qu'on trouve dans les chaînes de montagnes et les ouvertures des détroits de la mer, comme les Thermopyles, les portes du Caucase, des Cordilières, etc., la porte du détroit de Gibraltar entre les monts Calpé et Abyla, la porte de l'Hellespont, etc. Ces ouvertures n'ont point été formées par la simple séparation des matières, comme les fentes dont nous venons de parler, mais par l'affaissement et la destruction d'une partie même des terres, qui a été engloutie ou renversée.

Ces grands affaissements, quoique produits par des causes accidentelles et secondaires, ne laissent pas que de tenir une des premières places entre les principaux faits de l'histoire de la terre, et ils n'ont pas peu contribué à changer la face du globe. La plupart sont causés par des feux intérieurs, dont l'explosion fait les tremblements de terre et les volcans : rien n'est comparable à la force de ces matières enflammées et resserrées dans le sein de la terre ; on a vu des villes entières englouties, des provinces bouleversées, des montagnes renversées par leur effort. Mais, quelque grande que soit cette violence, et quelque prodigieux que nous en paraissent les effets, il ne faut pas croire que ces feux viennent d'un feu central, comme quelques auteurs l'ont écrit, ni même qu'ils viennent d'une grande profondeur, comme c'est l'opinion commune ; car l'air est absolument nécessaire à leur embrasement, au moins pour l'entretenir. On peut s'assurer, en examinant les matières qui sortent des volcans dans les plus violentes éruptions, que le foyer de la matière enflammée n'est pas à une grande profondeur, et que ce sont des matières semblables à celles qu'on trouve sur la croupe de la montagne, qui ne sont défigurées que par la calcination et la fonte des parties métalliques qui y sont mêlées ; et, pour se convaincre que ces matières jetées par les volcans ne viennent pas d'une grande profondeur, il n'y a qu'à faire attention à la hauteur de la montagne et juger de la force immense qui serait nécessaire pour pousser des pierres et des minéraux à une demi-lieue de hauteur ; car l'Etna, l'Hécla, et plusieurs autres volcans, ont au moins cette élévation au-dessus des plaines. Or, on sait que l'action du feu se fait en tout sens : elle ne pourrait donc pas s'exercer en haut avec une force capable de lancer de grosses pierres à une demi-lieue en hauteur, sans *réagir* avec la même force en bas et vers les côtés ; cette réaction aurait bientôt détruit et percé la montagne de tous côtés, parce que les matières qui la composent ne sont pas plus dures que celles qui sont lancées : et comment imaginer que la cavité qui sert de tuyau ou de canon pour conduire ces matières jusqu'à l'embouchure du volcan, puisse résister à une si grande violence? D'ailleurs si cette cavité descendait fort bas, comme l'orifice extérieur n'est

pas fort grand, il serait comme impossible qu'il en sortît à la fois une aussi grande quantité de matières enflammées et liquides, parce qu'elles se choqueraient entre elles et contre les parois du tuyau, et qu'en parcourant un espace aussi long, elles s'éteindraient et se durciraient. On voit souvent couler du sommet du volcan dans les plaines des ruisseaux de bitume et de soufre fondu qui viennent de l'intérieur, et qui sont jetés au dehors avec les pierres et les minéraux. Est-il naturel d'imaginer que des matières si peu solides, et dont la masse donne si peu de prise à une violente action, puissent être lancées d'une grande profondeur? Toutes les observations qu'on fera sur ce sujet prouveront que le feu des volcans n'est pas éloigné du sommet de la montagne, et qu'il s'en faut bien qu'il descende au niveau des plaines.

Cela n'empêche pas cependant que son action ne se fasse sentir dans ces plaines par des secousses et des tremblements de terre qui s'étendent quelquefois à une très-grande distance, qu'il ne puisse y avoir de voies souterraines par où la flamme et la fumée peuvent se communiquer d'un volcan à un autre, et que dans ce cas ils ne puissent agir et s'enflammer presque en même temps. Mais c'est du foyer de l'embrasement que nous parlons : il ne peut être qu'à une petite distance de la bouche du volcan, et il n'est pas nécessaire pour produire un tremblement de terre dans la plaine, que ce foyer soit au-dessous du niveau de la plaine, ni qu'il y ait des cavités intérieures remplies du même feu; car une violente explosion, telle qu'est celle d'un volcan, peut, comme celle d'un magasin à poudre, donner une secousse assez violente pour qu'elle produise par sa réaction un tremblement de terre.

Je ne prétends pas dire pour cela qu'il n'y ait des tremblements de terre produits immédiatement par des feux souterrains; mais il y en a qui viennent de la seule explosion des volcans. Ce qui confirme tout ce que je viens d'avancer à ce sujet, c'est qu'il est très-rare de trouver des volcans dans les plaines; ils sont au contraire tous dans les plus hautes montagnes, et ils ont tous leurs bouches au sommet : si le feu intérieur qui les consume s'étendait jusque dessous les plaines, ne le verrait-on pas, dans le temps de ces violentes éruptions, s'échapper et s'ouvrir un passage au travers du terrain des plaines? et dans le temps de la première éruption, ces feux n'auraient-ils pas plutôt percé dans les plaines et au pied des montagnes, où ils n'auraient trouvé qu'une faible résistance, en comparaison de celle qu'ils ont dû éprouver, s'il est vrai qu'ils aient ouvert et fendu une montagne d'une demi-lieue de hauteur pour trouver une issue?

Ce qui fait que les volcans sont toujours dans les montagnes, c'est que les minéraux, les pyrytes et les soufres se trouvent en plus grande quantité et plus à découvert dans les montagnes que dans les plaines, et que ces lieux élevés recevant plus aisément et en plus grande abondance les pluies et les autres impressions de l'air, ces matières minérales, qui y sont exposées, se mettent en fermentation et s'échauffent jusqu'au point de s'enflammer.

Enfin, on a souvent observé qu'après de violentes éruptions pendant lesquelles le volcan rejette une très-grande quantité de matières, le sommet de la montagne s'affaisse et diminue à peu près de la même quantité qu'il serait nécessaire qu'il diminuât pour fournir les matières rejetés; autre preuve qu'elles ne viennent pas de la profondeur intérieure du pied de la montagne, mais de la partie voisine du sommet, et du sommet même.

Les tremblements de terre ont donc produit dans plusieurs endroits des affaissements considérables, et ont fait quelques-unes des grandes séparations qu'on trouve dans les chaînes des montagnes : toutes les autres ont été produites, en même temps que les montagnes mêmes, par le mouvement des courants de la mer; et partout où il n'y a pas eu de bouleversements, on trouve les couches horizontales et les angles correspondants des montagnes. Les volcans ont aussi formé des cavernes et des excavations souterraines qu'il est aisé de distinguer de celles qui ont été formées par les eaux, qui, ayant entraîné de l'intérieur des montagnes les sables et les autres matières divisées, n'ont laissé que les pierres et les rochers qui contenaient ces sables, et ont ainsi formé les cavernes que l'on remarque dans les lieux élevés; car celles qu'on trouve dans les plaines ne sont ordinairement que des carrières anciennes ou des mines de sel et d'autres minéraux, comme la carrière de Mastricht et les mines de Pologne, etc., qui sont dans des plaines. Mais les cavernes naturelles appartiennent aux montagnes, et elles reçoivent les

eaux du sommet et des environs, qui y tombent comme dans des réservoirs, d'où elles coulent ensuite sur la surface de la terre lorsqu'elles trouvent une issue. C'est à ces cavités que l'on doit attribuer l'origine des fontaines abondantes et des grosses sources; et, lorsqu'une caverne s'affaisse et se comble, il s'ensuit ordinairement une inondation.

On voit par tout ce que nous venons de dire combien les feux souterrains contribuent à changer la surface et l'intérieur du globe. Cette cause est assez puissante pour produire d'aussi grands effets: mais on ne croirait pas que les vents pussent causer des altérations sensibles sur la terre; la mer paraît être leur empire, et après le flux et le reflux, rien n'agit avec plus de puissance sur cet élément; même le flux et le reflux marchent d'un pas uniforme, et leurs effets s'opèrent d'une manière égale et qu'on prévoit: mais les vents impétueux agissent, pour ainsi dire, par caprice; ils se précipitent avec fureur et agitent la mer avec une telle violence qu'en un instant cette plaine calme et tranquille devient hérissée de vagues hautes comme des montagnes, qui viennent se briser contre les rochers et contre les côtes. Les vents changent donc à tout moment la face mobile de la mer: mais la face de la terre, qui nous paraît si solide, ne devrait-elle pas être à l'abri d'un pareil effet? On sait cependant que les vents élèvent des montagnes de sable dans l'Arabie et dans l'Afrique, qu'ils en couvrent les plaines, et que souvent ils transportent ces sables à de grandes distances et jusqu'à plusieurs lieues dans la mer, où ils les amoncèlent en si grande quantité, qu'ils y ont formé des bancs, des dunes et des îles. On sait que les ouragans sont le fléau des Antilles, de Madagascar et de beaucoup d'autres pays, où ils agissent avec tant de fureur, qu'ils enlèvent quelquefois les arbres, les plantes, les animaux avec toute la terre cultivée; ils font remonter et tarir les rivières, ils en produisent de nouvelles, ils renversent les montagnes et les rochers, ils font des trous et des gouffres dans la terre, et changent entièrement la surface des malheureuses contrées où ils se forment. Heureusement il n'y a que peu de climats exposés à la fureur impétueuse de ces terribles agitations de l'air.

Mais, ce qui produit les changements les plus grands et les plus généraux sur la surface de la terre, ce sont les eaux du ciel, les fleuves, les rivières et les torrents. Leur première origine vient des vapeurs que le soleil élève au-dessus de la surface des mers, et que les vents transportent dans tous les climats de la terre: ces vapeurs, soutenues dans les airs et poussées au gré du vent, s'attachent aux sommets des montagnes qu'elles rencontrent, et s'y accumulent en si grande quantité, qu'elles y forment continuellement des nuages, et retombent incessamment en forme de pluie, de rosée, de brouillard ou de neige. Toutes ces eaux sont d'abord descendues dans les plaines, sans tenir de route fixe: mais peu à peu elles ont creusé leur lit, et, cherchant par leur pente naturelle les endroits les plus bas de la montagne et les terrains les plus faciles à diviser ou à pénétrer, elles ont entraîné les terres et les sables; elles ont formé des ravines profondes en coulant avec rapidité dans les plaines; elles se sont ouvert des chemins jusqu'à la mer, qui reçoit autant d'eau par ses bords qu'elle en perd par l'évaporation: et, de même que les canaux et les ravines, que les fleuves ont creusés, ont des sinuosités et des contours dont les angles sont correspondants entre eux, en sorte que l'un des bords formant un angle saillant dans les terres, le bord opposé fait toujours un angle rentrant, les montagnes et les collines, qu'on doit regarder comme les bords des vallées qui les séparent, ont aussi des sinuosités correspondantes de la même façon; ce qui semble démontrer que les vallées ont été les canaux des courants de la mer, qui les ont creusés peu à peu et de la même manière que les fleuves ont creusé leur lit dans les terres.

Les eaux qui roulent sur la surface de la terre, et qui y entretiennent la verdure et la fertilité, ne sont peut-être que la plus petite partie de celles que les vapeurs produisent; car il y a des veines d'eau qui coulent et de l'humidité qui se filtre à de grandes profondeurs dans l'intérieur de la terre. Dans de certains lieux, en quelque endroit qu'on fouille, on est sûr de faire un puits et de trouver de l'eau; dans d'autres, on n'en trouve point du tout: dans presque tous les vallons et les plaines basses, on ne manque guère de trouver de l'eau à une profondeur médiocre; au contraire, dans tous les lieux élevés et dans toutes les plaines en montagnes, on ne peut en tirer du sein de la terre, et il faut ramasser les eaux du ciel. Il y a des pays d'une vaste étendue où l'on n'a jamais pu faire un

puits, et où toutes les eaux qui servent à abreuver les habitants et les animaux sont contenues dans des mares et des citernes. En Orient, surtout dans l'Arabie, dans l'Égypte, dans la Perse, etc., les puits sont extrêmement rares, aussi bien que les sources d'eau douce ; et ces peuples ont été obligés de faire de grands réservoirs pour recueillir les eaux des pluies et des neiges : ces ouvrages, faits pour la nécessité publique, sont peut-être les plus beaux et les plus magnifiques monuments des Orientaux ; il y a des réservoirs qui ont jusqu'à deux lieues de surface, et qui servent à arroser et à abreuver une province entière, au moyen des saignées et de petits ruisseaux qu'on en dérive de tous côtés. Dans d'autres pays au contraire, comme dans les plaines où coulent les grands fleuves de la terre, on ne peut pas fouiller un peu profondément sans trouver de l'eau ; et, dans un camp situé aux environs d'une rivière, souvent chaque tente a son puits au moyen de quelques coups de pioche.

Cette quantité d'eau, qu'on trouve partout dans les lieux bas, vient des terres supérieures et des collines voisines, au moins pour la plus grande partie ; car, dans le temps des pluies et de la fonte des neiges, une partie des eaux coule sur la surface de la terre, et le reste pénètre dans l'intérieur à travers les petites fentes des terres et des rochers ; et cette eau sourcille en différents endroits lorsqu'elle trouve des issues, ou bien elle se filtre dans les sables ; et, lorsqu'elle vient à trouver un fond de glaise ou de terre ferme et solide, elle forme des lacs, des ruisseaux, et peut-être des fleuves souterrains dont le cours et l'embouchure nous sont inconnus, mais dont cependant, par les lois de la nature, le mouvement ne peut se faire qu'en allant d'un lieu plus élevé dans un lieu plus bas ; et par conséquent ces eaux souterraines doivent tomber dans la mer ou se rassembler dans quelque lieu bas de la terre, soit à la surface, soit dans l'intérieur du globe ; car nous connaissons sur la terre quelques lacs dans lesquels il n'entre et desquels il ne sort aucune rivière, et il y en a un nombre beaucoup plus grand qui, ne recevant aucune rivière considérable, sont les sources des plus grands fleuves de la terre, comme les lacs du fleuve Saint-Laurent, le lac Chiamé, d'où sortent deux grandes rivières qui arrosent les royaumes d'Asem, et de Pégu ; les lacs d'Assiniboils en Amérique, ceux d'Ozera en Moscovie, celui qui donne naissance au fleuve Bog, celui d'où sort la grande rivière Irtis, etc., et une infinité d'autres qui semblent être les réservoirs d'où la nature verse de tous côtés les eaux qu'elle distribue sur la surface de la terre. On voit bien que ces lacs ne peuvent être produits que par les eaux des terres supérieures, qui coulent par de petits canaux souterrains en se filtrant à travers les graviers et les sables, et viennent toutes se rassembler dans les lieux les plus bas où se trouvent ces grands amas d'eau. Au reste, il ne faut pas croire, comme quelques gens l'ont avancé, qu'il se trouve des lacs au sommet des plus hautes montagnes ; car ceux qu'on trouve dans les Alpes et dans les autres lieux hauts, sont tous surmontés par des terres beaucoup plus hautes, et sont au pied d'autres montagnes peut-être plus élevées que les premières : ils tirent leur origine des eaux qui coulent à l'extérieur ou se filtrent dans l'intérieur de ces montagnes, tout de même que les eaux des vallons et des plaines tirent leur source des collines voisines et des terres plus éloignées qui les surmontent.

Il doit donc se trouver, et il se trouve en effet, dans l'intérieur de la terre, des lacs et des eaux répandues, surtout au-dessous des plaines et des grandes vallées ; car les montagnes, les collines et toutes les hauteurs qui surmontent les terres basses, sont découvertes tout autour, et présentent dans leur penchant une coupe ou perpendiculaire, ou inclinée, dans l'étendue de laquelle les eaux qui tombent sur le sommet de la montagne et sur les plaines élevées, après avoir pénétré dans les terres, ne peuvent manquer de trouver issue et de sortir de plusieurs endroits en forme de sources et de fontaines ; et par conséquent il n'y aura que peu ou point d'eau sous les montagnes. Dans les plaines, au contraire, comme l'eau qui se filtre dans les terres ne peut trouver d'issue, il y aura des amas d'eau souterrains dans les cavités de la terre, et une grande quantité d'eau qui suintera à travers les fentes des glaises et des terres fermes, ou qui se trouvera dispersée et divisée dans les graviers et dans les sables. C'est cette eau qu'on trouve partout dans les lieux bas. Pour l'ordinaire, le fond d'un puits n'est autre chose qu'un petit bassin dans lequel les eaux qui suintent des terres voisines se rassemblent en tombant d'abord goutte à goutte, et ensuite en filets d'eau continus, lorsque les routes sont ouvertes aux eaux les plus éloignées ; en sorte qu'il est

vrai de dire que, quoique dans les plaines basses on trouve de l'eau partout, on ne pourrait cependant y faire qu'un certain nombre de puits, proportionné à la quantité d'eau dispersée, ou plutôt à l'étendue des terres plus élevées d'où ces eaux tirent leur source.

Dans la plupart des plaines il n'est pas nécessaire de creuser jusqu'au niveau de la rivière pour avoir de l'eau : on la trouve ordinairement à une moindre profondeur, et il n'y a pas d'apparence que l'eau des fleuves et des rivières s'étende loin en se filtrant à travers les terres. On ne doit pas non plus leur attribuer l'origine de toutes les eaux qu'on trouve au-dessous de leur niveau dans l'intérieur de la terre ; car, dans les torrents, dans les rivières qui tarissent, dans celles dont on détourne le cours, on ne trouve pas, en fouillant dans leur lit, plus d'eau qu'on n'en trouve dans les terres voisines. Il ne faut qu'une langue de terre de cinq ou six pieds d'épaisseur pour contenir l'eau et l'empêcher de s'échapper, et j'ai souvent observé que les bords des ruisseaux et des mares ne sont pas sensiblement humides à six pouces de distance. Il est vrai que l'étendue de la filtration est plus ou moins grande, selon que le terrain est plus ou moins pénétrable : mais, si l'on examine les ravines qui se forment dans les terres et même dans les sables, on reconnaitra que l'eau passe toute dans le petit espace qu'elle se creuse elle-même et qu'à peine les bords sont mouillés à quelques pouces de distance dans ces sables. Dans les terres végétales même, où la filtration doit être beaucoup plus grande que dans les sables et dans les autres terres puisqu'elle est aidée de la force du tuyau capillaire, on ne s'aperçoit pas qu'elle s'étende fort loin. Dans un jardin on arrose abondamment, et on inonde, pour ainsi dire, une planche, sans que les planches voisines s'en ressentent considérablement. J'ai remarqué, en examinant de gros monceaux de terre de jardin de huit ou dix pieds d'épaisseur qui n'avaient pas été remués depuis quelques années, et dont le sommet était à peu près de niveau, que l'eau des pluies n'a jamais pénétré à plus de trois ou quatre pieds de profondeur ; en sorte qu'en remuant cette terre au printemps, après un hiver fort humide, j'ai trouvé la terre de l'intérieur de ces monceaux aussi sèche que quand on l'avait amoncelée. J'ai fait la même observation sur des terres accumulées depuis près de deux cents ans : au-dessous de trois ou quatre pieds de profondeur la terre était aussi sèche que la poussière. Ainsi l'eau ne se communique ni ne s'étend pas aussi loin qu'on le croit par la seule filtration : cette voie n'en fournit dans l'intérieur de la terre que la plus petite partie ; mais depuis la surface jusqu'à de grandes profondeurs, l'eau descend par son propre poids ; elle pénètre par des conduits naturels ou par de petites routes qu'elle s'est ouvertes elle-même ; elle suit les racines des arbres, les fentes des rochers, les interstices des terres, et se divise et s'étend de tous côtés en une infinité de petits rameaux et de filets, toujours en descendant, jusqu'à ce qu'elle trouve une issue après avoir rencontré la glaise, ou un autre terrain solide sur lequel elle s'est rassemblée.

Il serait fort difficile de faire une évaluation un peu juste de la quantité des eaux souterraines qui n'ont point d'issue apparente[1]. Bien des gens ont prétendu qu'elle surpassait de beaucoup celle de toutes les eaux qui sont à la surface de la terre ; et sans parler de ceux qui ont avancé que l'intérieur du globe était absolument rempli d'eau, il y en a qui croient qu'il y a une infinité de fleuves, de ruisseaux, de lacs dans la profondeur de la terre : mais cette opinion, quoique commune, ne me paraît pas fondée, et je crois que la quantité des eaux souterraines, qui n'ont point d'issue à la surface du globe, n'est pas considérable ; car, s'il y avait un si grand nombre de rivières souterraines, pourquoi ne verrions-nous pas à la surface de la terre les embouchures de quelques-unes de ces rivières, et par conséquent des sources grosses comme des fleuves? D'ailleurs les rivières et toutes les eaux courantes produisent des changements très-considérables à la surface de la terre ; elles entraînent les terres, creusent les rochers, déplacent tout ce qui s'oppose à leur passage : il en serait de même des fleuves souterrains ; ils produiraient des altérations sensibles dans l'intérieur du globe ; mais on n'y a point observé de ces changements produits par le mouvement des eaux ; rien n'est déplacé : les couches parallèles et horizontales subsistent partout ; les différentes matières gardent partout leur position primitive, et ce n'est qu'en fort peu d'endroits qu'on a observé quelques veines d'eau souterraines un peu considérables. Ainsi l'eau ne travaille point en grand dans l'intérieur de la terre ; mais elle y fait bien de l'ouvrage en petit : comme elle est divisée en une infinité de filets, qu'elle est retenue par

[1] Voyez les preuves, art. X, XI et XVIII.

autant d'obstacles, et enfin qu'elle est dispersée presque partout, elle concourt immédiatement à la formation de plusieurs substances terrestres qu'il faut distinguer avec soin des matières anciennes, et qui en effet en diffèrent totalement par leur forme et par leur organisation.

Ce sont donc les eaux rassemblées dans la vaste étendue des mers qui, par le mouvement continuel du flux et du reflux, ont produit les montagnes, les vallées et les autres inégalités de la terre; ce sont les courants de la mer qui ont creusé les vallons et élevé les collines, en leur donnant des directions correspondantes; ce sont ces mêmes eaux de la mer qui, en transportant les terres, les ont disposées les unes sur les autres par lits horizontaux; et ce sont les eaux du ciel qui peu à peu détruisent l'ouvrage de la mer, qui rabaissent continuellement la hauteur des montagnes, qui comblent les vallées, les bouches des fleuves et les golfes, et qui, ramenant tout au niveau, rendront un jour cette terre à la mer, qui s'en emparera successivement, en laissant à découvert de nouveaux continents entrecoupés de vallons et de montagnes, et tout semblables à ceux que nous habitons aujourd'hui.

Montbard, le 3 octobre 1744.

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE I.

DE LA FORMATION DES PLANÈTES.

. . . . Fecitque cadendo
Undique ne caderet.

MANIL.

Notre objet étant l'histoire naturelle, nous nous dispenserions volontiers de parler d'astronomie : mais la physique de la terre tient à la physique céleste; et d'ailleurs, nous croyons que pour une plus grande intelligence de ce qui a été dit, il est nécessaire de donner quelques idées générales sur la formation, le mouvement et la figure de la terre et des planètes.

La terre est un globe d'environ trois mille lieues de diamètre : elle est située à trente millions de lieues du soleil, autour duquel elle fait sa révolution en trois cent soixante-cinq jours. Ce mouvement de révolution est le résultat de deux forces : l'une qu'on peut se représenter comme une impulsion de droite à gauche, ou de gauche à droite; et l'autre comme une attraction du haut en bas, ou du bas en haut, vers un centre. La direction de ces deux forces et leurs quantités sont combinées et proportionnées de façon qu'il en résulte un mouvement presque uniforme dans une ellipse fort approchante d'un cercle. Semblable aux autres planètes, la terre est opaque, elle fait ombre, elle reçoit et réfléchit la lumière du soleil, et elle tourne autour de cet astre suivant les lois qui conviennent à sa distance et à sa densité relative : elle tourne aussi sur elle-même en vingt-quatre heures, et l'axe autour duquel se fait ce mouvement de rotation est incliné de soixante-six degrés et demi sur le plan de l'orbite de sa révolution. Sa figure est celle d'un sphéroïde dont les deux axes diffèrent d'environ une cent-soixante et quinzième partie, et le plus petit axe est celui autour duquel se fait la rotation.

Ce sont là les principaux phénomènes de la terre; ce sont là les résultats des grandes découvertes que l'on a faites par le moyen de la géométrie, de l'astronomie et de la navigation. Nous n'entrerons point ici dans le détail qu'elles exigent pour être démontrées, et nous n'examinerons pas comment on est venu au point de s'assurer de la vérité de tous ces faits; ce serait répéter ce qui a été dit : nous ferons seulement quelques remarques qui pourront servir à éclaircir ce qui est encore douteux ou contesté, et en même temps nous donnerons nos idées au sujet de la formation des planètes, et des différents états par où il est possible qu'elles aient passé avant que d'être parvenues à l'état où nous les voyons aujourd'hui. On trouvera dans la suite de cet ouvrage, des extraits de tant de systèmes et de tant d'hypothèses sur la formation du globe terrestre, sur les différents états par où il a passé, et sur les changements qu'il a subis, qu'on ne peut pas trouver mauvais que nous joignions ici nos conjectures à celles des philosophes qui ont écrit sur cette matière, et surtout lorsqu'on verra que nous ne les donnons en effet que pour de simples conjectures, auxquelles nous prétendons seulement assigner un plus grand degré de probabilité qu'à toutes celles qu'on a faites sur le même sujet. Nous nous refusons d'autant moins à publier ce que nous avons pensé sur cette matière, que nous espérons par là mettre le lec-

teur plus en état de prononcer sur la grande différence qu'il y a entre une hypothèse où il n'entre que des possibilités, et une théorie fondée sur des faits; entre un système tel que nous allons en donner un dans cet article sur la formation et le premier état de la terre, et une histoire physique de son état actuel, telle que nous venons de la donner dans le discours précédent.

Galilée ayant trouvé la loi de la chute des corps, et Képler ayant observé que les aires que les planètes principales décrivent autour du soleil, et celles que les satellites décrivent autour de leur planète principale, sont proportionnelles aux temps, et que les temps des révolutions des planètes et des satellites sont proportionnels aux racines carrées des cubes de leurs distances au soleil ou à leurs planètes principales, Newton trouva que la force qui fait tomber les graves sur la surface de la terre s'étend jusqu'à la lune et la retient dans son orbite; que cette force diminue en même proportion que le carré de la distance augmente; que par conséquent la lune est attirée par la terre; que la terre et toutes les planètes sont attirées par le soleil, et qu'en général tous les corps qui décrivent autour d'un centre ou d'un foyer des aires proportionnelles aux temps, sont attirés vers ce point. Cette force, que nous connaissons sous le nom de pesanteur, est donc généralement répandue dans toute la matière; les planètes, les comètes, le soleil, la terre, tout est sujet à ses lois, et elle sert de fondement à l'harmonie de l'univers : nous n'avons rien de mieux prouvé en physique que l'existence actuelle et individuelle de cette force dans les planètes, dans le soleil, dans la terre et dans toutes les matières que nous touchons ou que nous apercevons. Toutes les observations ont confirmé l'effet actuel de cette force, et le calcul en a déterminé la quantité et les rapports. L'exactitude des géomètres et la vigilance des astronomes atteignent à peine à la précision de cette mécanique céleste, et à la régularité de ses effets.

Cette cause générale étant connue, on en déduirait aisément les phénomènes, si l'action des forces qui les produisent n'était pas trop combinée. Mais qu'on se représente un moment le système du monde sous ce point de vue, et on sentira quel chaos on a eu à débrouiller. Les planètes principales sont attirées par le soleil; le soleil est attiré par les planètes; les satellites sont aussi attirés par leurs planètes principales; chaque planète est attirée par toutes les autres, et elle les attire aussi. Toutes ces actions et réactions varient suivant les masses et les distances: elles produisent des inégalités, des irrégularités; comment combiner et évaluer une si grande quantité de rapports? paraît-il possible, au milieu de tant d'objets, de suivre un objet particulier? Cependant on a surmonté ces difficultés; le calcul a confirmé ce que la raison avait soupçonné; chaque observation est devenue une nouvelle démonstration, et l'ordre systématique de l'univers est à découvert aux yeux de tous ceux qui savent reconnaître la vérité.

Une seule chose arrête, et est en effet indépendante de cette théorie, c'est la force d'impulsion : l'on voit évidemment que celle d'attraction tirant toujours les planètes vers le soleil, elles tomberaient en ligne perpendiculaire sur cet astre si elles n'en étaient éloignées par une autre force, qui ne peut être qu'une impulsion en ligne droite, dont l'effet s'exercerait dans la tangente de l'orbite, si la force d'attraction cessait un instant. Cette force d'impulsion a certainement été communiquée aux astres en général par la main de Dieu, lorsqu'elle donna le branle à l'univers; mais comme on doit, autant qu'on peut, en physique, s'abstenir d'avoir recours aux causes qui sont hors de la nature, il me paraît que dans le système solaire on peut rendre raison de cette force d'impulsion d'une manière assez vraisemblable, et qu'on peut en trouver une cause dont l'effet s'accorde avec les règles de la mécanique, et qui d'ailleurs ne s'éloigne pas des idées qu'on doit avoir au sujet des changements et des révolutions qui peuvent et doivent arriver dans l'univers.

La vaste étendue du système solaire, ou, ce qui revient au même, la sphère de l'attraction du soleil ne se borne pas à l'orbe des planètes, même les plus éloignées; mais elle s'étend à une distance indéfinie, toujours en décroissant, dans la même raison que le carré de la distance augmente. Il est démontré que les comètes qui se perdent à nos yeux dans la profondeur du ciel obéissent à cette force, et que leur mouvement, comme celui des planètes, dépend de l'attraction du soleil. Tous ces astres dont les routes sont si différentes décrivent autour du soleil des aires proportionnelles aux temps, les planètes dans des ellipses plus ou moins approchantes d'un cercle, et les comètes dans des ellipses fort allon-

gées. Les comètes et les planètes se meuvent donc en vertu de deux forces, l'une d'attraction et l'autre d'impulsion, qui, agissant à la fois et à tout instant, les obligent à décrire ces courbes : mais il faut remarquer que les comètes parcourent le système solaire dans toutes sortes de directions, et que les inclinaisons des plans de leurs orbites sont fort différentes entre elles; en sorte que, quoique sujettes, comme les planètes, à la même force d'attraction, les comètes n'ont rien de commun dans leur mouvement d'impulsion : elles paraissent à cet égard absolument indépendantes les unes des autres. Les planètes, au contraire, tournent toutes dans le même sens autour du soleil, et presque dans le même plan, n'y ayant que sept degrés et demi d'inclinaison entre les plans les plus éloignés de leurs orbites. Cette conformité de position et de direction dans le mouvement des planètes suppose nécessairement quelque chose de commun dans leur mouvement d'impulsion, et doit faire soupçonner qu'il leur a été communiqué par une seule et même cause.

Ne peut-on pas imaginer avec quelque sorte de vraisemblance qu'une comète, tombant sur la surface du soleil, aura déplacé cet astre, et qu'elle en aura séparé quelques petites parties auxquelles elle aura communiqué un mouvement d'impulsion dans le même sens et par un même choc, en sorte que les planètes auraient autrefois appartenu au corps du soleil, et qu'elles en auraient été détachées par une force impulsive commune à toutes, qu'elles conservent encore aujourd'hui?

Cela me paraît au moins aussi probable que l'opinion de M. Leibnitz, qui prétend que les planètes et la terre ont été des soleils; et je crois que son système, dont on trouvera le précis à l'article cinquième, aurait acquis un grand degré de généralité et un peu plus de probabilité, s'il se fût élevé à cette idée. C'est ici le cas de croire avec lui que la chose arriva dans le temps que Moïse dit que Dieu sépara la lumière des ténèbres; car, selon Leibnitz, la lumière fut séparée des ténèbres lorsque les planètes s'éteignirent. Mais ici la séparation est physique et réelle, puisque la matière opaque qui compose les corps des planètes fut réellement séparée de la matière lumineuse qui compose le soleil.

Cette idée sur la cause du mouvement d'impulsion des planètes paraîtra moins hasardée lorsqu'on rassemblera toutes les analogies qui y ont rapport, et qu'on voudra se donner la peine d'en examiner les probabilités. La première est cette direction commune de leur mouvement d'impulsion, qui fait que les six planètes vont toutes d'occident en orient. Il y a déjà soixante-quatre à parier contre un qu'elles n'auraient pas eu ce mouvement dans le même sens, si la même cause ne l'avait pas produit; ce qu'il est aisé de prouver par la doctrine des hasards.

Cette probabilité augmentera prodigieusement par la seconde analogie, qui est que l'inclinaison des orbites n'excède pas sept degrés et demi : car en comparant les espaces, on trouve qu'il y a vingt-quatre contre un pour que deux planètes se trouvent dans des plans plus éloignés, et par conséquent $\frac{5}{24}$ ou 7692624 à parier contre un, que ce n'est pas par hasard qu'elles se trouvent toutes six ainsi placées et renfermées dans l'espace de sept degrés et demi; ou, ce qui revient au même, il y a cette probabilité qu'elles ont quelque chose de commun dans le mouvement qui leur a donné cette position. Mais que peut-il y avoir de commun dans l'impression d'un mouvement d'impulsion, si ce n'est la force et la direction des corps qui le communiquent? On peut donc conclure avec une très-grande vraisemblance que les planètes ont reçu leur mouvement d'impulsion par un seul coup. Cette probabilité, qui équivaut presque à une certitude, étant acquise, je cherche quel corps en mouvement a pu faire ce choc et produire cet effet, et je ne vois que les comètes capables de communiquer un aussi grand mouvement à d'aussi vastes corps.

Pour peu qu'on examine le cours des comètes, on se persuadera aisément qu'il est presque nécessaire qu'il en tombe quelquefois dans le soleil. Celle de 1680 en approcha de si près qu'à son périhélie elle n'en était pas éloignée de la sixième partie du diamètre solaire; et si elle revient comme il y apparence, en l'année 2255, elle pourrait bien tomber cette fois dans le soleil, cela dépend des rencontres qu'elle aura faites sur sa route, et du retardement qu'elle a souffert en passant dans l'atmosphère du soleil. *Voyez Newton, troisième édit., page* 525.

Nous pouvons donc présumer avec le philosophe que nous venons de citer, qu'il tombe quelquefois des comètes sur le soleil; mais cette chute peut se faire de différentes façons : si elles y tombent à plomb, ou même dans une direction qui ne soit pas fort oblique, elles demeureront dans le soleil, et serviront d'aliment au

feu qui consume cet astre, et le mouvement d'impulsion qu'elles auront perdu et communiqué au soleil ne produira d'autre effet que celui de le déplacer plus ou moins, selon que la masse de la comète sera plus ou moins considérable. Mais si la chute de la comète se fait dans une direction fort oblique, ce qui doit arriver plus souvent de cette façon que de l'autre, alors la comète ne fera que raser la surface du soleil ou la sillonner à une petite profondeur; et dans ce cas, elle pourra en sortir et en chasser quelques parties de matière auxquelles elle communiquera un mouvement commun d'impulsion, et ces parties poussées hors du corps du soleil, et la comète elle-même, pourront devenir alors des planètes qui tourneront autour de cet astre dans le même sens et dans le même plan. On pourrait peut-être calculer quelle masse, quelle vitesse et quelle direction devrait avoir une comète pour faire sortir du soleil une quantité de matière égale à celle que contiennent les six planètes et leurs satellites : mais cette recherche serait ici hors de sa place; il suffira d'observer que toutes les planètes avec les satellites ne font pas la six cent cinquantième partie de la masse du soleil, *voyez Newton*, *page* 405, parce que la densité des grosses planètes, Saturne et Jupiter, est moindre que celle du soleil, et que, quoique la terre soit quatre fois, et la lune près de cinq fois plus dense que le soleil, elles ne sont cependant que comme des atomes en comparaison de la masse de cet astre.

J'avoue que, quelque peu considérable que soit une six cent cinquantième partie d'un tout, il paraît au premier coup d'œil qu'il faudrait, pour séparer cette partie du corps du soleil, une très-puisante comète : mais, si l'on fait réflexion à la vitesse prodigieuse des comètes dans leur périhélie, vitesse d'autant plus grande que leur route est plus droite, et qu'elles approchent du soleil de plus près; si d'ailleurs on fait attention à la densité, à la *fixité*, et à la solidité de la matière dont elles doivent être composées, pour souffrir, sans être détruites, la chaleur inconcevable qu'elles éprouvent auprès du soleil; et si on se souvient en même temps qu'elles présentent aux yeux des observateurs un noyau vif et solide, qui réfléchit fortement la lumière du soleil à travers l'atmosphere immense de la comète qui enveloppe et doit obscurcir ce noyau, on ne pourra guère douter que les comètes ne soient composées d'une matière très-solide et très-dense, et qu'elles ne contiennent sous un petit volume une grande quantité de matière; que par conséquent une comète ne puisse avoir assez de masse et de vitesse pour déplacer le soleil, et donner un mouvement de projectilité à une quantité de matière aussi considérable que l'est la six cent cinquantième partie de la masse de cet astre. Ceci s'accorde parfaitement avec ce que l'on sait au sujet de la densité des planètes : on croit qu'elle est d'autant moindre que les planètes sont plus éloignées du soleil, et qu'elles ont moins de chaleur à supporter; en sorte que Saturne est moins dense que Jupiter, et Jupiter beaucoup moins dense que la terre : et en effet, si la densité des planètes était, comme le prétend Newton, proportionnelle à la quantité de chaleur qu'elles ont à supporter, Mercure serait sept fois plus dense que la terre, et vingt-huit fois plus dense que le soleil; la comète de 1680 serait vingt-huit mille fois plus dense que la terre, ou cent douze mille fois plus dense que le soleil; et en la supposant grosse comme la terre, elle contiendrait sous ce volume une quantité de matière égale à peu près à la neuvième partie de la masse du soleil; ou, en ne lui donnant que la centième partie de la grosseur de la terre, sa masse serait encore égale à la neuf centième partie du soleil; d'où il est aisé de conclure qu'une telle masse, qui ne fait qu'une petite comète, pourrait séparer et pousser hors du soleil une neuf centième ou une six cent cinquantième partie de sa masse, surtout si l'on fait attention à l'immense *vitesse acquise* avec laquelle les comètes se meuvent lorsqu'elles passent dans le voisinage de cet astre.

Une autre analogie, et qui mérite quelque attention, c'est la conformité entre la densité de la matière des planètes et la densité de la matière du soleil. Nous connaissons sur la surface de la terre des matières quatorze ou quinze mille fois plus denses les unes que les autres; les densités de l'or et de l'air sont à peu près dans ce rapport; mais l'intérieur de la terre et le corps des planètes sont composés de parties plus similaires, et dont la densité comparée varie beaucoup moins; et la conformité de la densité de la matière des planètes et de la densité de la matière du soleil est telle, que, sur six cent cinquante parties qui composent la totalité de la matière des planètes, il y en a plus de six cent quarante qui sont presque de la même densité que la matière

du soleil, et qu'il n'y a pas dix parties sur ces six cent cinquante qui soient d'une plus grande densité ; car Saturne et Jupiter sont à peu près de la même densité que le soleil, et la quantité de matière que ces deux planètes contiennent est au moins soixante-quatre fois plus grande que la quantité de matière des quatre planètes inférieures, Mars, la Terre, Vénus et Mercure. On doit donc dire que la matière dont sont composées les planètes en général est à peu près la même que celle du soleil, et que par conséquent cette matière peut en avoir été séparée.

Mais, dira-t-on, si la comète, en tombant obliquement sur le soleil, en a sillonné la surface et en a fait sortir la matière qui compose les planètes, il paraît que toutes les planètes, au lieu de décrire des cercles dont le soleil est le centre, auraient au contraire à chaque révolution rasé la surface du soleil, et seraient revenues au même point d'où elles étaient parties, comme ferait tout projectile qu'on lancerait avec assez de force d'un point de la surface de la terre, pour l'obliger à tourner perpétuellement : car il est aisé de démontrer que ce corps reviendrait à chaque révolution au point d'où il auroit été lancé, et dès lors on ne peut pas attribuer à l'impulsion d'une comète la projection des planètes hors du soleil, puisque leur mouvement autour de cet astre est différent de ce qu'il serait dans cette hypothèse.

A cela je réponds que la matière qui compose les planètes n'est pas sortie de cet astre en globes tout formés, auxquels la comète aurait communiqué son mouvement d'impulsion, mais que cette matière est sortie sous la forme d'un torrent dont le mouvement des parties antérieures a dû être accéléré par celui des parties postérieures ; que d'ailleurs l'attraction des parties antérieures a dû aussi accélérer le mouvement des parties postérieures, et que cette accélération de mouvement, produite par l'une ou l'autre de ces causes, et peut-être par toutes les deux, a pu être telle qu'elle aura changé la première direction du mouvement d'impulsion, et qu'il a pu en résulter un mouvement tel que nous l'observons aujourd'hui dans les planètes, surtout en supposant que le choc de la comète a déplacé le soleil : car, pour donner un exemple qui rendra ceci plus sensible, supposons qu'on tirât du haut d'une montagne une balle de mousquet, et que la force de la poudre fût assez grande pour la pousser au delà du demi-diamètre de la terre, il est certain que cette balle tournerait autour du globe, et reviendrait à chaque révolution passer au point d'où elle aurait été tirée : mais, si au lieu d'une balle de mousquet nous supposons qu'on ait tiré une fusée volante, où l'action du feu serait durable et accélérerait beaucoup le mouvement d'impulsion, cette fusée, ou plutôt la cartouche qui la contient, ne reviendrait pas au même point, comme la balle de mousquet, mais décrirait un orbe dont le périgée serait d'autant plus éloigné de la terre, que la force d'accélération aurait été plus grande et aurait changé davantage la première direction, toutes choses étant supposées égales d'ailleurs. Ainsi, pourvu qu'il y ait eu de l'accélération dans le mouvement d'impulsion communiqué au torrent de matière par la chute de la comète, il est très-possible que les planètes qui se sont formées dans ce torrent aient acquis le mouvement que nous leur connaissons dans des cercles ou des ellipses dont le soleil est le centre ou le foyer.

La manière dont se font les grandes éruptions des volcans peut nous donner une idée de cette accélération de mouvement dans le torrent dont nous parlons. On a observé que, quand le Vésuve commence à mugir et à rejeter les matières dont il est embrasé, le premier tourbillon qu'il vomit n'a qu'un certain degré de vitesse; mais cette vitesse est bientôt accélérée par l'impulsion d'un second tourbillon qui succède au premier, puis par l'action d'un troisième, et ainsi de suite : les ondes pesantes de bitume, de soufre, de cendres, de métal fondu, paraissent des nuages massifs; et quoiqu'ils se succèdent toujours à peu près dans la même direction, ils ne laissent pas de changer beaucoup celle du premier tourbillon, et de le pousser ailleurs et plus loin qu'il ne serait parvenu tout seul.

D'ailleurs, ne peut-on pas répondre à cette objection, que le soleil, ayant été frappé par la comète, et ayant reçu une partie de son mouvement d'impulsion, il aura lui-même éprouvé un mouvement qui l'aura déplacé; et que, quoique ce mouvement du soleil soit maintenant trop peu sensible pour que, dans de petits intervalles de temps, les astronomes aient pu l'apercevoir, il se peut cependant que ce mouvement existe encore, et que le soleil se meuve lentement vers différentes parties de l'univers, en décrivant une courbe autour du centre de gravité de tout le système? Et si cela est, comme

je le présume, on voit bien que les planètes, au lieu de revenir auprès du soleil à chaque révolution, auront au contraire décrit des orbites dont les points des périhélies sont d'autant plus éloignés de cet astre, qu'il s'est plus éloigné lui-même du lieu qu'il occupait anciennement.

Je sens bien qu'on pourra me dire que si l'accélération du mouvement se fait dans la même direction, cela ne change pas le point du périhélie, qui sera toujours à la surface du soleil; mais doit-on croire que, dans un torrent dont les parties se sont succédé, il n'y a eu aucun changement de direction? Il est au contraire très-probable qu'il y a eu un assez grand changement de direction pour donner aux planètes le mouvement qu'elles ont.

On pourra me dire aussi que si le soleil a été déplacé par le choc de la comète, il a dû se mouvoir uniformément, et que dès-lors ce mouvement étant commun à tout le système, il n'a dû rien changer; mais le soleil ne pouvait-il pas avoir, avant le choc, un mouvement autour du centre de gravité du système cométaire, auquel mouvement primitif le choc de la comète aura ajouté une augmentation ou une diminution? et cela suffirait encore pour rendre raison du mouvement actuel des planètes.

Enfin, si l'on ne veut admettre aucune de ces suppositions, ne peut-on pas présumer, sans choquer la vraisemblance, que dans le choc de la comète contre le soleil, il y a eu une force élastique qui aura élevé le torrent au-dessus de la surface du soleil, au lieu de le pousser directement? ce qui seul peut suffire pour écarter le point du périhélie, et donner aux planètes le mouvement qu'elles ont conservé: et cette supposition n'est pas dénuée de vraisemblance; car la matière du soleil peut bien être fort élastique, puisque la seule partie de cette matière que nous connaissions, qui est la lumière, semble par ses effets être parfaitement élastique. J'avoue que je ne puis pas dire si c'est par l'une ou par l'autre des raisons que je viens de rapporter que la direction du premier mouvement d'impulsion des planètes a changé; mais ces raisons suffisent au moins pour faire voir que ce changement est possible, et même probable, et cela suffit aussi à mon objet.

Mais, sans insister davantage sur les objections qu'on pourrait faire, non plus que sur les preuves que pourraient fournir les analogies en faveur de mon hypothèse, suivons-en l'objet, et tirons des inductions : voyons donc ce qui a pu arriver lorsque les planètes, et surtout la terre, ont reçu ce mouvement d'impulsion, et dans quel état elles se sont trouvées après avoir été séparées de la masse du soleil. La comète ayant, par un seul coup, communiqué un mouvement de projectile à une quantité de matière égale à la six cent cinquantième partie de la masse du soleil, les particules les moins denses se seront séparées des plus denses, et auront formé par leur attraction mutuelle des globes de différente densité : Saturne, composé des parties les plus grosses et les plus légères, se sera le plus éloigné du soleil; ensuite Jupiter, qui est plus dense que Saturne, se sera moins éloigné, et ainsi de suite. Les planètes les plus grosses et les moins denses sont les plus éloignées, parce qu'elles ont reçu un mouvement d'impulsion plus fort que les plus petites et les plus denses; car la force d'impulsion se communiquant par les surfaces, le même coup aura fait mouvoir les parties les plus grosses et les plus légères de la matière du soleil, avec plus de vitesse que les parties les plus petites et les plus massives : il se sera donc fait une séparation des parties denses de différents degrés, en sorte que la densité de la matière du soleil étant égale à 100, celle de Saturne est égale à 67, celle de Jupiter = 94 $\frac{1}{2}$, celle de Mars = 200, celle de la terre = 400, celle de Vénus = 800, et celle de Mercure = 2800. Mais la force d'attraction ne se communiquant pas, comme celle d'impulsion, par la surface, et agissant au contraire sur toutes les parties de la masse, elle aura retenu les portions de matière les plus denses; et c'est pour cette raison que les planètes les plus denses sont les plus voisines du soleil, et qu'elles tournent autour de cet astre avec plus de rapidité que les planètes les moins denses, qui sont aussi les plus éloignées.

Les deux grosses planètes, Jupiter et Saturne, qui sont, comme l'on sait, les parties principales du système solaire, ont conservé ce rapport entre leur densité et leur mouvement d'impulsion, dans une proportion si juste, qu'on doit en être frappé : la densité de Saturne est à celle de Jupiter comme 67 à 94 $\frac{1}{2}$, et leurs vitesses sont à peu près comme 88 $\frac{2}{3}$ à 120 $\frac{1}{18}$, ou comme 67 à 90 $\frac{11}{16}$. Il est rare que de pures conjectures on puisse tirer des rapports aussi exacts. Il est vrai que, en suivant ce rapport entre la vitesse et la densité des planètes, la

densité de la terre ne devrait être que comme $206\frac{7}{15}$, au lieu qu'elle est comme 400 : de là on peut conjecturer que notre globe était d'abord une fois moins dense qu'il ne l'est aujourd'hui. A l'égard des autres planètes, Mars, Vénus et Mercure, comme leur densité n'est connue que par la conjecture, nous ne pouvons savoir si cela détruirait ou confirmerait notre opinion sur le rapport de la vitesse et de la densité des planètes en général. Le sentiment de Newton est que la densité est d'autant plus grande que la chaleur à laquelle la planète est exposée est plus grande ; et c'est sur cette idée que nous venons de dire que Mars est une fois moins dense que la terre, Vénus une fois plus dense, Mercure sept fois plus dense, et la comète de 1680 vingt-huit mille fois plus dense que la terre. Mais cette proportion entre la densité des planètes et la chaleur qu'elles ont à supporter, ne peut pas subsister lorsqu'on fait attention à Saturne et à Jupiter, qui sont les principaux objets que nous ne devons jamais perdre de vue dans le système solaire; car, selon ce rapport entre la densité et la chaleur, il se trouve que la densité de Saturne serait environ comme $4\frac{7}{15}$, et celle de Jupiter comme $14\frac{17}{22}$ au lieu de 67 et de $94\frac{1}{2}$, différence trop grande pour que le rapport entre la densité et la chaleur que les planètes ont a supporter puisse être admis : ainsi, malgré la confiance que méritent les conjectures de Newton, je crois que la densité des planètes a plus de rapport avec leur vitesse qu'avec le degré de chaleur qu'elles ont à supporter. Ceci n'est qu'une cause finale, et l'autre est un rapport physique dont l'exactitude est singulière dans les deux grosses planètes : il est cependant vrai que la densité de la terre, au lieu d'être $206\frac{7}{8}$, se trouve être 400, et que par conséquent il faut que le globe terrestre se soit condensé dans cette raison de $206\frac{7}{8}$ à 400.

Mais la condensation ou la coction des planètes n'a-t-elle pas quelque rapport avec la quantité de la chaleur du soleil dans chaque planète? Et dès lors Saturne, qui est fort éloigné de cet astre, n'aura souffert que peu ou point de condensation; Jupiter se sera condensé de $29\frac{11}{14}$ à $94\frac{1}{2}$: or la chaleur du soleil dans Jupiter étant à celle du soleil sur la terre comme $14\frac{17}{22}$ sont à 400, les condensations ont dû se faire dans la même proportion; de sorte que Jupiter s'étant condensé de $90\frac{11}{14}$ à $94\frac{1}{2}$, la terre aurait dû se condenser en même proportion de $206\frac{7}{8}$ à $215\frac{990}{1451}$, si elle eût été placée dans l'orbite de Jupiter, où elle n'aurait dû recevoir du soleil qu'une chaleur égale à celle que reçoit cette planète. Mais la terre se trouvant beaucoup plus près de cet astre, et recevant une chaleur dont le rapport à celle que reçoit Jupiter est de 400 à $14\frac{17}{22}$, il faut multiplier la quantité de la condensation qu'elle aurait eue dans l'orbe de Jupiter par le rapport de 400 à $14\frac{17}{22}$, ce qui donne à peu près $234\frac{1}{2}$ pour la quantité dont la terre a dû se condenser. Sa densité était $206\frac{7}{8}$: en y ajoutant la quantité de condensation, l'on trouve pour sa densité actuelle $400\frac{7}{8}$; ce qui approche assez de la densité 400, déterminée par la parallaxe de la lune. Au reste, je ne prétends pas donner ici des rapports exacts, mais seulement des approximations, pour faire voir que les densités des planètes ont beaucoup de rapport avec leur vitesse dans leurs orbites.

La comète, ayant donc, par sa chute oblique, sillonné la surface du soleil, aura poussé hors du corps de cet astre une partie de matière égale à la six cent cinquantième partie de sa masse totale. Cette matière, qu'on doit considérer dans un état de fluidité ou plutôt de liquéfaction, aura d'abord formé un torrent; les parties les plus grosses et les moins denses auront été poussées au plus loin, et les parties les plus petites et les plus denses, n'ayant reçu que la même impulsion, ne se seront pas si fort éloignées, la force d'attraction du soleil les aura retenues ; toutes les parties détachées par la comète, et poussées les unes par les autres, auront été contraintes de circuler autour de cet astre, et en même temps l'attraction mutuelle des parties de la matière en aura formé des globes à différentes distances, dont les plus voisins du soleil auront nécessairement conservé plus de rapidité, pour tourner ensuite perpétuellement autour de cet astre.

Mais, dira-t-on une seconde fois, si la matière qui compose les planètes a été séparée du corps du soleil, les planètes devraient être, comme le soleil, brûlantes et lumineuses, et non pas froides et opaques comme elles le sont : rien ne ressemble moins à ce globe de feu qu'un globe de terre et d'eau; et, à en juger par comparaison, la matière de la terre et des planètes est tout à fait différente de celle du soleil.

A cela on peut répondre que, dans la séparation qui s'est faite des particules plus ou moins

denses, la matière a changé de forme, et que la lumière ou le feu se sont éteints par cette séparation causée par le mouvement d'impulsion. D'ailleurs, ne peut-on pas soupçonner que si le soleil, ou une étoile brûlante et lumineuse par elle-même, se mouvait avec autant de vitesse que se meuvent les planètes, le feu s'éteindrait peut-être, et que c'est par cette raison que toutes les étoiles lumineuses sont fixes et ne changent pas de lieu, et que ces étoiles que l'on appelle nouvelles, qui ont probablement changé de lieu, se sont éteintes aux yeux même des observateurs? Ceci se confirme par ce qu'on a observé sur les comètes; elles doivent brûler jusqu'au centre lorsqu'elles passent à leur périhélie : cependant elles ne deviennent pas lumineuses par elles-mêmes; on voit seulement qu'elles exhalent des vapeurs brûlantes dont elles laissent en chemin une partie considérable.

J'avoue que si le feu peut exister dans un milieu où il n'y a point ou très-peu de résistance, il pourrait aussi souffrir un très-grand mouvement sans s'éteindre; j'avoue aussi que ce que je viens de dire ne doit s'entendre que des étoiles qui disparaissent pour toujours, et que celles qui ont des retours périodiques et qui se montrent et disparaissent alternativement sans changer de lieu sont fort différentes de celles dont je parle : les phénomènes de ces astres singuliers ont été expliqués d'une manière très-satisfaisante par M. de Maupertuis dans son Discours sur la figure des astres, et je suis convaincu qu'en partant des faits qui nous sont connus, il n'est pas possible de mieux deviner qu'il l'a fait. Mais les étoiles qui ont paru et ensuite disparu pour toujours se sont vraisemblablement éteintes, soit par la vitesse de leur mouvement, soit par quelque autre cause, et nous n'avons point d'exemple dans la nature qu'un astre lumineux tourne autour d'un autre astre : de vingt-huit ou trente comètes et de onze planètes qui composent notre système, et qui se meuvent autour du soleil avec plus ou moins de rapidité, il n'y en a pas une de lumineuse par elle-même.

On pourrait répondre encore que le feu ne peut pas subsister aussi long-temps dans les petites que dans les grandes masses, et qu'au sortir du soleil les planètes ont dû brûler pendant quelque temps, mais qu'elles se sont éteintes faute de matières combustibles, comme le soleil s'éteindra probablement par la même raison, mais dans les âges futurs et aussi éloignés des temps auxquels les planètes se sont éteintes, que sa grosseur l'est de celle des planètes. Quoi qu'il en soit, la séparation des parties plus ou moins denses, qui s'est faite nécessairement dans le temps que la comète a poussé hors du soleil la matière des planètes, me paraît suffisante pour rendre raison de cette extinction de leurs feux.

La terre et les planètes, au sortir du soleil, étaient donc brûlantes et dans un état de liquéfaction totale. Cet état de liquéfaction n'a duré qu'autant que la violence de la chaleur qui l'avait produit; peu à peu les planètes se sont refroidies, et c'est dans le temps de cet état de fluidité causée par le feu, qu'elles auront pris leur figure, et que leur mouvement de rotation aura fait élever les parties de l'équateur en abaissant les pôles. Cette figure, qui s'accorde si bien avec les lois de l'hydrostatique, suppose nécessairement que la terre et les planètes aient été dans un état de fluidité, et je suis ici de l'avis de M. Leibnitz [1] : cette fluidité était une liquéfaction causée par la violence de la chaleur ; l'intérieur de la terre doit être une matière vitrifiée dont les sables, les grès, le roc vif, les granites, et peut-être les argiles, sont des fragments et des scories.

On peut donc croire, avec quelque vraisemblance, que les planètes ont appartenu au soleil, qu'elles en ont été séparées par un seul coup qui leur a donné un mouvement d'impulsion dans le même sens et dans le même plan, et que leur position à différentes distances du soleil ne vient que de leurs différentes densités. Il reste maintenant à expliquer par la même théorie le mouvement de rotation des planètes et la formation des satellites : mais ceci, loin d'ajouter des difficultés ou des impossibilités à notre hypothèse, semble au contraire la confirmer.

Car le mouvement de rotation dépend uniquement de l'obliquité du coup, et il est nécessaire qu'une impulsion, dès qu'elle est oblique à la surface d'un corps, donne à ce corps un mouvement de rotation : ce mouvement de rotation sera égal et toujours le même, si le corps qui le reçoit est homogène; et il sera inégal si le corps est composé de parties hétérogènes, ou de différente densité : et de là on doit conclure que dans chaque planète la matière est homogène, puisque leur mouvement de rotation est égal : autre preuve

[1] Protogæa, aut G. G. L. act. Er. Lips. an. 1692.

de la séparation des parties denses et moins denses lorsqu'elles se sont formées.

Mais l'obliquité du coup a pu être telle qu'il se sera séparé du corps de la planète principale de petites parties de matière, qui auront conservé la même direction de mouvement que la planète même, ces parties se seront réunies, suivant leurs densités, à différentes distances de la planète par la force de leur attraction mutuelle, et en même temps elles auront suivi nécessairement la planète dans son cours autour du soleil, en tournant elles-mêmes autour de la planète, à peu près dans le plan de son orbite. On voit bien que ces petites parties, que la grande obliquité du coup aura séparées, sont les satellites : ainsi la formation, la position et la direction des mouvements des satellites s'accordent parfaitement avec la théorie; car ils ont tous la même direction de mouvement dans des cercles concentriques autour de leur planète principale; leur mouvement est dans le même plan, et ce plan est celui de l'orbite de la planète. Tous ces effets, qui leur sont communs, et qui dépendent de leur mouvement d'impulsion, ne peuvent venir que d'une cause commune, c'est-à-dire d'une impulsion commune de mouvement, qui leur a été communiqué par un seul et même coup, donné sons une certaine obliquité.

Ce que nous venons de dire sur la cause du mouvement de rotation et de la formation des satellites, acquerra plus de vraisemblance si nous faisons attention à toutes les circonstances des phénomènes. Les planètes qui tournent le plus vite sur leur axe sont celles qui ont des satellites. La Terre tourne plus vite que Mars dans le rapport d'environ 24 à 15; la Terre a un satellite, et Mars n'en a point. Jupiter surtout, dont la rapidité autour de son axe est cinq ou six cents fois plus grande que celle de la Terre, a quatre satellites; et il y a grande apparence que Saturne, qui en a cinq et un anneau, tourne encore beaucoup plus vite que Jupiter.

On peut même conjecturer, avec quelque fondement, que l'anneau de Saturne est parallèle à l'équateur de cette planète; en sorte que le plan de l'équateur de l'anneau et celui de l'équateur de Saturne sont à peu près les mêmes; car, en supposant, suivant la théorie précédente, que l'obliquité du coup par lequel Saturne a été mis en mouvement ait été fort grande, la vitesse autour de l'axe, qui aura résulté de ce coup oblique, aura pu d'abord être telle, que la force centrifuge excédait celle de la gravité; et il se sera détaché de l'équateur et des parties voisines de l'équateur de la planète une quantité considérable de matière, qui aura nécessairement pris la figure d'un anneau dont le plan doit être à peu près le même que celui de l'équateur de la planète; et cette partie de matière qui forme l'anneau, ayant été détachée de la planète dans le voisinage de l'équateur, Saturne en a été abaissé d'autant sous l'équateur; ce qui fait que, malgré la grande rapidité que nous lui supposons autour de son axe, les diamètres de cette planète peuvent n'être pas aussi inégaux que ceux de Jupiter, qui diffèrent de plus d'une onzième partie.

Quelque grande que soit à mes yeux la vraisemblance de ce que j'ai dit jusqu'ici sur la formation des planètes et de leurs satellites, comme chacun a sa mesure, surtout pour estimer des probabilités de cette nature, et que cette mesure dépend de la puissance qu'a l'esprit pour combiner des rapports plus ou moins éloignés, je ne prétends pas contraindre ceux qui n'en voudront rien croire. J'ai cru seulement devoir semer ces idées, parce qu'elles m'ont paru raisonnables et propres à éclaircir une matière sur laquelle on n'a jamais rien écrit, quelque important qu'en soit le sujet, puisque le mouvement d'impulsion des planètes entre au moins pour moitié dans la composition du système de l'univers, que l'attraction seule ne peut expliquer. J'ajouterai seulement, pour ceux qui voudraient nier la possibilité de mon système, les questions suivantes :

1o N'est-il pas naturel d'imaginer qu'un corps, qui est en mouvement, ait reçu ce mouvement par le choc d'un autre corps?

2o N'est-il pas très-probable que plusieurs corps qui ont la même direction dans leur mouvement, ont reçu cette direction par un seul ou par plusieurs coups dirigés dans le même sens?

3o N'est-il pas tout à fait vraisemblable que plusieurs corps, ayant la même direction dans leur mouvement et leur position dans un même plan, n'ont pas reçu cette direction dans le même sens, et cette position dans le même plan par plusieurs coups, mais par un seul et même coup?

4o N'est-il pas très-probable qu'en même temps qu'un corps reçoit un mouvement d'im-

pulsion, il le reçoive obliquement, et que par conséquent il soit obligé de tourner sur lui-même, d'autant plus vite que l'obliquité du coup aura été plus grande? Si ces questions ne paraissent pas déraisonnables, le système dont nous venons de donner une ébauche cessera de paraître une absurdité.

Passons maintenant à quelque chose qui nous touche de plus près, et examinons la figure de la Terre, sur laquelle on a fait tant de recherches et de si grandes observations. La Terre étant, comme il paraît par l'égalité de son mouvement diurne et la constance de l'inclinaison de son axe, composée de parties homogènes, et toutes ces parties s'attirant en raison de leurs masses, elle aurait pris nécessairement la figure d'un globe parfaitement sphérique, si le mouvement d'impulsion eût été donné dans une direction perpendiculaire à la surface, mais ce coup ayant été donné obliquement, la Terre a tourné sur son axe dans le même temps qu'elle a pris sa forme; et de la combinaison de ce mouvement de rotation et de celui de l'attraction des parties, il a résulté une figure sphéroïde, plus élevée sous le grand cercle de rotation, et plus abaissée aux deux extrémités de l'axe; et cela, parce que l'action de la force centrifuge provenant du mouvement de rotation diminue l'action de la gravité : ainsi la Terre étant homogène, et ayant pris sa consistance en même temps qu'elle a reçu son mouvement de rotation, elle a dû prendre une figure sphéroïde dont les deux axes diffèrent d'une 230e partie. Ceci peut se démontrer à la rigueur, et ne dépend point des hypothèses qu'on voudrait faire sur la direction de la pesanteur; car il n'est pas permis de faire des hypothèses contraires à des vérités établies, ou qu'on peut établir. Or les lois de la pesanteur nous sont connues; nous ne pouvons douter que les corps ne pèsent les uns sur les autres en raison directe de leurs masses, et inverse du carré de leurs distances : de même nous ne pouvons pas douter que l'action générale d'une masse quelconque ne soit composée de toutes les actions particulières des parties de cette masse. Ainsi il n'y a point d'hypothèse à faire sur la direction de la pesanteur : chaque partie de matière s'attire mutuellement en raison directe de sa masse, et inverse du carré de la distance; et de toutes ces attractions il résulte une sphère lorsqu'il n'y a point de rotation, et il en résulte un sphéroïde lorsqu'il y a rotation. Ce sphéroïde est plus ou moins accourci aux deux extrémités de l'axe de rotation, à proportion de la vitesse de ce mouvement; et la Terre a pris, en vertu de sa vitesse de rotation et de l'attraction mutuelle de toutes ses parties, la figure d'un sphéroïde dont les deux axes sont entre eux comme 229 à 230.

Ainsi, par sa constitution originaire, par son homogénéité, et indépendamment de toute hypothèse sur la direction de la pesanteur, la Terre a pris cette figure dans le temps de sa formation, et elle est, en vertu des lois de la mécanique, élevée nécessairement d'environ six lieues et demie à chaque extrémité du diamètre de l'équateur de plus que sous les pôles.

Je vais insister sur cet article, parce qu'il y a encore des géomètres qui croient que la figure de la Terre dépend, dans la théorie, du système de philosophie qu'on embrasse, et de la direction qu'on suppose à la pesanteur. La première chose que nous ayons à démontrer, c'est l'attraction mutuelle de toutes les parties de la matière; et la seconde, l'homogénéité du globe terrestre. Si nous faisons voir clairement que ces deux faits ne peuvent pas être révoqués en doute, il n'y aura plus aucune hypothèse à faire sur la direction de la pesanteur : la Terre aura eu nécessairement la figure déterminée par Newton; et toutes les autres figures qu'on voudrait lui donner en vertu des tourbillons ou des autres hypothèses ne pourront subsister.

On ne peut pas douter, à moins qu'on ne doute de tout, que ce ne soit la force de la gravité qui retient les planètes dans leurs orbites. Les satellites de Saturne gravitent vers Saturne, ceux de Jupiter vers Jupiter, la Lune vers la Terre, et Saturne, Jupiter, Mars, la Terre, Vénus et Mercure, gravitent vers le Soleil; de même Saturne et Jupiter gravitent vers leurs satellites, la Terre gravite vers la Lune, et le Soleil gravite vers les planètes. La gravité est donc générale et mutuelle dans toutes les planètes; car l'action d'une force ne peut pas s'exercer sans qu'il y ait réaction : toutes les planètes agissent donc mutuellement les unes sur les autres. Cette attraction mutuelle sert de fondement aux lois de leur mouvement, et elle est démontrée par les phénomènes. Lorsque Saturne et Jupiter sont en conjonction, ils agissent l'un sur l'autre, et cette attraction produit une irrégularité dans leur mouvement autour du Soleil. Il en est de même de la Terre et de la Lune; elles agissent

mutuellement l'une sur l'autre, mais les irrégularités du mouvement de la Lune viennent de l'attraction du Soleil, en sorte que le Soleil, la Terre et la Lune agissent mutuellement les uns sur les autres. Or cette attraction mutuelle que les planètes exercent les unes sur les autres est proportionnelle à leur quantité de matières lorsque les distances sont égales; et la même force de gravité qui fait tomber les graves sur la surface de la Terre, et qui s'étend jusqu'à la Lune, est aussi proportionnelle à la quantité de matière : donc la gravité totale d'une planète est composée de la gravité de chacune des parties qui la composent; donc toutes les parties de la matière, soit dans la Terre, soit dans les planètes, gravitent les unes sur les autres; donc toutes les parties de la matière s'attirent mutuellement : cela étant une fois prouvé, la Terre, par son mouvement de rotation, a dû nécessairement prendre la figure d'un sphéroïde dont les axes sont entre eux comme 229 à 230, et la direction de la pesanteur est nécessairement perpendiculaire à la surface de ce sphéroïde; par conséquent, il n'y a point d'hypothèse à faire sur la direction de la pesanteur, à moins qu'on ne nie l'attraction mutuelle et générale des parties de la matière : mais on vient de voir que l'attraction mutuelle est démontrée par les observations; et les expériences des pendules prouvent qu'elle est générale dans toutes les parties de la matière : donc on ne peut pas faire de nouvelles hypothèses sur la direction de la pesanteur, sans aller contre l'expérience et la raison.

Venons maintenant à l'homogénéité du globe terrestre. J'avoue que si l'on suppose que le globe soit plus dense dans certaines parties que dans d'autres, la direction de la pesanteur doit être différente de celle que nous venons d'assigner; qu'elle sera différente suivant les différentes suppositions qu'on fera, et que la figure de la Terre deviendra différente aussi en vertu des mêmes suppositions. Mais quelle raison a-t-on pour croire que cela soit ainsi? Pourquoi veut-on, par exemple, que les parties voisines du centre soient plus denses que celles qui en sont éloignées? Toutes les particules qui composent le globe ne se sont-elles pas rassemblées par leur attraction mutuelle? Dès lors chaque particule est un centre, et il n'y a pas de raison pour croire que les parties qui sont autour du centre de grandeur du globe soient plus denses que celles qui sont autour d'un autre point. Mais d'ailleurs, si une partie considérable du globe était plus dense qu'une autre partie, l'axe de rotation se trouverait plus près des parties denses, et il en résulterait une inégalité dans la révolution diurne, en sorte qu'à la surface de la Terre, nous remarquerions de l'inégalité dans le mouvement apparent des fixes; elles nous paraîtraient se mouvoir beaucoup plus vite ou beaucoup plus lentement au zénith qu'à l'horizon, selon que nous serions posés sur les parties denses ou légères du globe. Cet axe de la Terre, ne passant plus par le centre de grandeur du globe, changerait aussi très-sensiblement de position. Mais tout cela n'arrive pas : on sait, au contraire, que le mouvement diurne de la Terre est égal et uniforme; on sait qu'à toutes les parties de la surface de la Terre les étoiles paraissent se mouvoir avec la même vitesse à toutes les hauteurs; et s'il y a une mutation dans l'axe, elle est assez insensible pour avoir échappé aux observateurs. On doit donc conclure que le globe est homogène ou presque homogène dans toutes ses parties.

Si la Terre était un globe creux et vide, dont la croûte n'aurait, par exemple, que deux ou trois lieues d'épaisseur, il en résulterait 1° que les montagnes seraient, dans ce cas, des parties si considérables de l'épaisseur totale de la croûte, qu'il y aurait une grande irrégularité dans les mouvements de la Terre par l'attraction de la Lune et du Soleil; car, quand les parties les plus élevées du globe, comme les Cordillières, auraient la Lune au méridien, l'attraction serait beaucoup plus forte sur le globe entier que quand les parties les plus basses auraient de même cet astre au méridien; 2° l'attraction des montagnes serait beaucoup plus considérable qu'elle ne l'est en comparaison de l'attraction totale du globe, et les expériences faites à la montagne de Chimboraço au Pérou, donneraient, dans ce cas, plus de degrés qu'elles n'ont donné de secondes pour la déviation du fil à plomb; 3° la pesanteur des corps serait plus grande au-dessus d'une haute montagne, comme le pic de Ténériffe, qu'au niveau de la mer; en sorte qu'on se sentirait considérablement plus pesant, et qu'on marcherait plus difficilement dans les lieux élevés que dans les lieux bas. Ces considérations, et quelques autres qu'on pourrait y ajouter, doivent nous faire croire que l'intérieur du globe n'est pas vide, et qu'il est rempli d'une matière assez dense.

D'autre côte, si au-dessous de deux ou trois lieues la terre était remplie d'une matière beaucoup plus dense qu'aucune des matières que nous connaissons, il arriverait nécessairement que toutes les fois qu'on descendrait à des profondeurs même médiocres, on pèserait sensiblement beaucoup plus, les pendules s'accéléreraient beaucoup plus qu'ils ne s'accélèrent en effet lorsqu'on les transporte d'un lieu élevé dans un lieu bas. Ainsi nous pouvons présumer que l'intérieur de la terre est rempli d'une matière à peu près semblable à celle qui compose sa surface. Ce qui peut achever de nous déterminer en faveur de ce sentiment, c'est que dans le temps de la première formation du globe, lorsqu'il a pris la forme d'un sphéroïde aplati sous les pôles, la matière qui le compose était en fusion, et par conséquent homogène et à peu près également dense dans toutes ses parties, aussi bien à la surface qu'à l'intérieur. Depuis ce temps la matière de la surface, quoique la même, a été remuée et travaillée par les causes extérieures; ce qui a produit des matières de différentes densités. Mais on doit remarquer que les matières qui, comme l'or et les métaux, sont les plus denses, sont aussi celles qu'on trouve le plus rarement, et que, en conséquence de l'action des causes extérieures, la plus grande partie de la matière qui compose le globe à la surface n'a pas subi de très-grands changements par rapport à sa densité, et les matières les plus communes, comme le sable et la glaise, ne diffèrent pas beaucoup en densité, en sorte qu'il y a tout lieu de conjecturer avec grande vraisemblance, que l'intérieur de la terre est rempli d'une matière vitrifiée dont la densité est à peu près la même que celle du sable: et que par conséquent le globe terrestre en général peut être regardé comme homogène.

Il reste une ressource à ceux qui veulent absolument faire des suppositions; c'est de dire que le globe est composé de couches concentriques de différentes densités: car, dans ce cas, le mouvement diurne sera égal, et l'inclinaison de l'axe constante, comme dans le cas de l'homogénéité. Je l'avoue; mais je demande en même temps s'il y a aucune raison de croire que ces couches de différentes densités existent, si ce n'est pas vouloir que les ouvrages de la nature s'ajustent à nos idées abstraites, et si l'on doit admettre en physique une supposition qui n'est fondée sur aucune observation, aucune analogie, et qui ne s'accorde avec aucune des inductions que nous pouvons tirer d'ailleurs.

Il paraît donc que la terre a pris, en vertu de l'attraction mutuelle de ses parties et de son mouvement de rotation, la figure d'un sphéroïde dont les deux axes diffèrent d'une deux cent trentième partie: il paraît que c'est là sa figure primitive, qu'elle l'a prise nécessairement dans le temps de son état de fluidité ou de liquéfaction; il paraît qu'en vertu des lois de la gravité et de la force centrifuge, elle ne peut avoir d'autre figure; que du moment même de sa formation il y a eu cette différence entre les deux diamètres, de six lieues et demie d'élévation de plus sous l'équateur que sous le pôle, et que par conséquent toutes les hypothèses par lesquelles on peut trouver plus ou moins de différence sont des fictions auxquelles il ne faut faire aucune attention.

Mais, dira-t-on, si la théorie est vraie, si le rapport de 229 à 230 est le vrai rapport des axes, pourquoi les mathématiciens envoyés en Laponie et au Pérou s'accordent-ils à donner le rapport de 174 à 175? d'où peut venir cette différence de la pratique à la théorie? et, sans faire tort au raisonnement qu'on vient de faire pour démontrer la théorie, n'est-il pas plus raisonnable de donner la préférence à la pratique et aux mesures, surtout quand on ne peut pas douter qu'elles n'aient été prises par les plus habiles mathématiciens de l'Europe (*M. de Maupertuis*, *Figure de la Terre*), et avec toutes les précautions nécessaires pour en constater le résultat?

A cela je réponds que je n'ai garde de donner atteinte aux observations faites sous l'équateur et au cercle polaire, que je n'ai aucun doute sur leur exactitude, et que la terre peut bien être réellement élevée d'une cent soixante-quinzième partie de plus sous l'équateur que sous les pôles; mais en même temps je maintiens la théorie, et je vois clairement que ces deux résultats peuvent se concilier. Cette différence des deux résultats de la théorie et des mesures est d'environ quatre lieues dans les deux axes, en sorte que les parties sous l'équateur sont élevées de deux lieues de plus qu'elles ne doivent l'être suivant la théorie. Cette hauteur de deux lieues répond assez juste aux plus grandes inégalités de la surface du globe: elles proviennent du mouvement de la mer et de l'action des fluides à la surface de la terre. Je m'explique: il me paraît que dans le

temps que la terre s'est formée, elle a nécessairement dû prendre, en vertu de l'attraction mutuelle de ses parties et de l'action de la force centrifuge, la figure d'un sphéroïde dont les axes diffèrent d'une deux cent trentième partie. La terre ancienne et originaire a eu nécessairement cette figure qu'elle a prise lorsqu'elle était fluide, ou plutôt liquéfiée par le feu : mais lorsqu'après sa formation et son refroidissement les vapeurs qui étaient étendues et raréfiées, comme nous voyons l'atmosphère et la queue d'une comète, se furent condensées, elles tombèrent sur la surface de la terre, et formèrent l'air et l'eau; et lorsque ces eaux qui étaient à la surface furent agitées par le mouvement du flux et reflux, les matières furent entraînées peu à peu des pôles vers l'équateur, en sorte qu'il est possible que les parties des pôles se soient abaissées d'environ une lieue, et que les parties de l'équateur se soient élevées de la même quantité. Cela ne s'est pas fait tout à coup, mais peu à peu et dans la succession des temps : la terre étant à l'extérieur exposée aux vents, à l'action de l'air et du soleil, toutes ces causes irrégulières ont concouru avec le flux et reflux pour sillonner sa surface, y creuser des profondeurs, y élever des montagnes; ce qui a produit des inégalités, des irrégularités dans cette couche de terre remuée, dont cependant la plus grande épaisseur ne peut être que d'une lieue sous l'équateur. Cette inégalité de deux lieues est peut-être la plus grande qui puisse être à la surface de la terre; car les plus hautes montagnes n'ont guère qu'une lieue de hauteur, et les plus grandes profondeurs de la mer n'ont peut-être pas une lieue. La théorie est donc vraie, et la pratique peut l'être aussi : la terre a dû d'abord n'être élevée sous l'équateur que d'environ six lieues et demie de plus qu'au pôle; et ensuite, par les changements qui sont arrivés à sa surface, elle a pu s'élever davantage. L'histoire naturelle confirme merveilleusement cette opinion, et nous avons prouvé, dans le discours précédent, que c'est le flux et reflux, et les autres mouvements des eaux, qui ont produit les montagnes et toutes les inégalités de la surface du globe; que cette même surface a subi des changements très-considérables, et qu'à de grandes profondeurs, comme sur les plus grandes hauteurs, on trouve des os, des coquilles et d'autres dépouilles d'animaux habitants des mers ou de la surface de la terre.

On peut conjecturer par ce qui vient d'être dit que, pour trouver la terre ancienne et les matières qui n'ont jamais été remuées, il faudrait creuser dans les climats voisins des pôles, où la couche de la terre remuée doit être plus mince que dans les climats méridionaux.

Au reste, si l'on examine de près les mesures par lesquelles on a déterminé la figure de la terre, on verra bien qu'il entre de l'hypothétique dans cette détermination, car elle suppose que la terre a une figure courbe régulière; au lieu qu'on peut penser que la surface du globe ayant été altérée par une grande quantité de causes combinées à l'infini, elle n'a peut-être aucune figure régulière, et dès lors la terre pourrait bien n'être en effet aplatie que d'une deux cent trentième partie, comme le dit Newton, et comme la théorie le demande. D'ailleurs, on sait bien que, quoiqu'on ait exactement la longueur du degré au cercle polaire et à l'équateur, on n'a pas aussi exactement la longueur du degré en France, et que l'on n'a pas vérifié la mesure de M. Picard. Ajoutez à cela que la diminution et l'augmentation du pendule ne peuvent pas s'accorder avec le résultat des mesures, et qu'au contraire elles s'accordent, à très-peu près, avec la théorie de Newton. En voilà plus qu'il n'en faut pour qu'on puisse croire que la terre n'est réellement aplatie que d'une deux cent trentième partie, et que, s'il y a quelque différence, elle ne peut venir que des inégalités que les eaux et les autres causes extérieures ont produites à la surface; et ces inégalités étant, selon toutes les apparences, plus irrégulières que régulières, on ne doit pas faire d'hypothèse sur cela, ni supposer, comme on l'a fait, que les méridiens sont des ellipses ou d'autres courbes régulières : d'où l'on voit que, quand on mesurerait successivement plusieurs degrés de la terre dans tous les sens, on ne serait pas encore assuré par là de la quantité d'aplatissement qu'elle peut avoir de moins ou de plus que de la deux cent trentième partie.

Ne doit-on pas conjecturer aussi que, si l'inclinaison de l'axe de la terre a changé, ce ne peut être qu'en vertu des changements arrivés à la surface, puisque tout le reste du globe est homogène; que par conséquent cette variation est trop peu sensible pour être aperçue par les astronomes, et qu'à moins que la terre ne soit rencontrée par quelque comète, ou dérangée par quelque autre cause extérieure, son axe de-

meurera perpétuellement incliné comme il l'est aujourd'hui, et comme il l'a toujours été?

Et, afin de n'omettre aucune des conjectures qui me paraissent raisonnables, ne peut-on pas dire que, comme les montagnes et les inégalités qui sont à la surface de la terre ont été formées par l'action du flux et reflux, les montagnes et les inégalités que nous remarquons à la surface de la lune ont été produites par une cause semblable? qu'elles sont beaucoup plus élevées que celles de la terre, parce que le flux et le reflux y est beaucoup plus fort, puisqu'ici c'est la lune, et là c'est la terre qui le cause, dont la masse, étant beaucoup plus considérable que celle de la lune, devrait produire des effets beaucoup plus grands si la lune avait, comme la terre, un mouvement de rotation rapide par lequel elle nous présenterait successivement toutes les parties de sa surface? mais comme la lune présente toujours la même face à la terre, le flux et le reflux ne peuvent s'exercer dans cette planète qu'en vertu de son mouvement de libration, par lequel elle nous découvre alternativement un segment de sa surface; ce qui doit produire une espèce de flux et de reflux fort différent de celui de nos mers, et dont les effets doivent être beaucoup moins considérables qu'ils ne le seraient si ce mouvement avait pour cause une révolution de cette planète autour de son axe, aussi prompte que l'est la rotation du globe terrestre.

J'aurais pu faire un livre gros comme celui de Burnet ou de Whiston, si j'eusse voulu délayer les idées qui composent le système qu'on vient de voir; et en leur donnant l'air géométrique, comme l'a fait ce dernier auteur, je leur eusse en même temps donné du poids; mais je pense que des hypothèses, quelque vraisemblables qu'elles soient, ne doivent point être traitées avec cet appareil qui tient un peu de la charlatanerie.

A Buffon, le 20 septembre 1745.

ADDITIONS

A L'ARTICLE QUI A POUR TITRE,

DE LA FORMATION DES PLANÈTES.

Sur la distance de la terre au soleil.

J'ai dit que *la terre est située à trente millions de lieues du soleil*, et c'était en effet l'opinion commune des astronomes en 1745, lorsque j'ai écrit ce traité de la formation des planètes : mais de nouvelles observations, et surtout la dernière, faite en 1769, du passage de Vénus sur le disque du soleil, nous ont démontré que cette distance de trente millions doit être augmentée de trois ou quatre millions de lieues; et c'est par cette raison que, dans les deux mémoires de la partie hypothétique de cet ouvrage, j'ai toujours compté trente-trois millions de lieues, et non pas trente, pour la distance moyenne de la terre au soleil. Je suis obligé de faire cette remarque, afin qu'on ne me mette pas en opposition avec moi-même.

Je dois encore remarquer que, non-seulement on a reconnu, par les nouvelles observations, que le soleil était à quatre millions de lieues de plus de distance de la terre, mais aussi qu'il était plus volumineux d'un sixième, et que, par conséquent, le volume entier des planètes n'est guère que la huit centième partie de celui du soleil, et non pas la six cent cinquantième partie, comme je l'ai avancé, d'après les connaissances que nous avions en 1745 sur ce sujet : cette différence en moins rend d'autant plus plausible la possibilité de cette projection de la matière des planètes hors du soleil.

Sur la matière du soleil et des planètes.

J'ai dit que *la matière opaque qui compose le corps des planètes fut réellement séparée de la matière lumineuse qui compose le soleil.*

Cela pourrait induire en erreur : car la matière des planètes, au sortir du soleil, était aussi lumineuse que la matière même de cet astre; et les planètes ne sont devenues opaques, ou, pour mieux dire, obscures, que quand leur état d'incandescence a cessé. J'ai déterminé la durée de cet état d'incandescence dans plusieurs matières que j'ai soumises à l'expérience, et j'en ai conclu, par analogie, la durée de l'incandescence de chaque planète dans le premier mémoire de la partie hypothétique.

Au reste, comme le torrent de la matière projetée par la comète hors du corps du soleil a traversé l'immense atmosphère de cet astre, il en a entraîné les parties volatiles, aériennes et aqueuses qui forment aujourd'hui les atmosphères et les mers des planètes. Ainsi l'on peut

dire qu'à tous égards la matière dont sont composées les planètes est la même que celle du soleil, et qu'il n'y a d'autre différence que par le degré de chaleur, extrême dans le soleil, et plus ou moins attiédie dans les planètes, suivant le rapport composé de leur épaisseur et de leur densité.

Sur le rapport de la densité des planètes avec leur vitesse.

J'ai dit qu'*en suivant la proportion de ces rapports, la densité du globe de la terre ne devrait être que comme* $206\frac{7}{18}$ *au lieu d'être comme* 400.

Cette densité de la terre, qui se trouve ici trop grande relativement à la vitesse de son mouvement autour du soleil, doit être un peu diminuée, par une raison qui m'avait échappé : c'est que la lune, qu'on doit regarder ici comme faisant corps avec la terre, est moins dense dans la raison de 702 à 1000, et que le globe lunaire faisant un quarante-neuvième du volume du globe terrestre, il faut par conséquent diminuer la densité 400 de la terre, d'abord dans la raison de 100 à 702, ce qui nous donnerait 281, c'est-à-dire 119 de diminution sur la densité 400, si la lune était aussi grosse que la terre ; mais comme elle n'en fait ici que la quarante-neuvième partie, cela ne produit qu'une diminution de $\frac{119}{49}$ ou $2\frac{3}{7}$; et, par conséquent, la densité de notre globe relativement à sa vitesse, au lieu de $206\frac{7}{18}$, doit être estimée $206\frac{7}{18}+2\frac{1}{7}$, c'est-à-dire à peu près 209. D'ailleurs, on doit présumer que notre globe était moins dense au commencement qu'il ne l'est aujourd'hui, et qu'il l'est devenu beaucoup plus, d'abord par le refroidissement, et ensuite par l'affaissement des vastes cavernes dont son intérieur était rempli. Cette opinion s'accorde avec la connaissance que nous avons des bouleversements qui sont arrivés, et qui arrivent encore tous les jours à la surface du globe, et jusqu'à d'assez grandes profondeurs. Ce fait aide même à expliquer comment il est possible que les eaux de la mer aient autrefois été supérieures de deux mille toises aux parties de la terre actuellement habitées; car ces eaux la couvriraient encore si, par de grands affaissements, la surface de la terre ne s'était abaissée en différents endroits pour former les bassins de la mer et les autres réceptacles des eaux, tels qu'ils sont aujourd'hui.

Si nous supposons le diamètre du globe terrestre de 2863 lieues, il en avait deux de plus lorsque les eaux le couvraient de 2000 toises de hauteur. Cette différence de volume de la terre donne $\frac{1}{471}$ d'augmentation pour sa densité, par le seul abaissement des eaux : on peut même doubler et peut-être tripler cette augmentation de densité ou cette diminution de volume du globe, par l'affaissement et les éboulements des montagnes, et par le remblais des vallées; en sorte que depuis la chute des eaux sur la terre, on peut raisonnablement présumer qu'elle a augmenté de plus d'un centième de densité.

Sur le rapport donné par Newton entre la densité des planètes et le degré de chaleur qu'elles ont à supporter.

J'ai dit que, *malgré la confiance que méritent les conjectures de Newton, la densité des planètes a plus de rapport avec leur vitesse qu'avec le degré de chaleur qu'elles ont à supporter.*

Par l'estimation que nous avons faite, dans les mémoires précédents, de l'action de la chaleur solaire sur chaque planète, on a dû remarquer que cette chaleur solaire est en général si peu considérable, qu'elle n'a jamais pu produire qu'une très-légère différence sur la densité de chaque planète ; car l'action de cette chaleur solaire, qui est faible en elle-même, n'influe sur la densité des matières planétaires qu'à la surface même des planètes, et elle ne peut agir sur la matière qui est dans l'intérieur des globes planétaires, puisque cette chaleur solaire ne peut pénétrer qu'à une très-petite profondeur. Ainsi la densité totale de la masse entière de la planète n'a aucun rapport avec cette chaleur qui lui est envoyée du soleil.

Dès lors il me paraît certain que la densité des planètes ne dépend en aucune façon du degré de chaleur qui leur est envoyé du soleil, et qu'au contraire cette densité des planètes doit avoir un rapport nécessaire avec leur vitesse, laquelle dépend d'un autre rapport, qui me paraît immédiat, c'est celui de leur distance au soleil. Nous avons vu que les parties les plus denses se sont moins éloignées que les parties les moins denses, dans le temps de la projection générale. Mercure, qui est composé des parties les plus denses de la matière projetée hors du soleil, est resté dans le voisinage de cet astre ; tandis que Saturne, qui est composé des parties les plus légères de cette

même matière projetée, s'en est le plus éloigné. Et, comme les planètes les plus distantes du soleil circulent autour de cet astre avec plus de vitesse que les planètes les plus voisines, il s'ensuit que leur densité a un rapport médiat avec leur vitesse, et plus immédiat avec leur distance au soleil. Les distances des six planètes au soleil sont comme. . . . . 4, 7, 10, 15, 52, 95; leurs densités, comme 2040, 1270, 1000, 730, 292, 184.

Et si l'on suppose les densités en raison inverse des distances, elles seront 2040, 1160, 889 $\frac{1}{2}$, 660, 210, 159. Ce dernier rapport entre leurs densités respectives est peut-être plus réel que le premier, parce qu'il me paraît fondé sur la cause physique qui a dû produire la différence de densité dans chaque planète.

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE II.

DU SYSTÈME DE M. WHISTON.

A new Theory of the Earth, by Will. Whiston. *London*, 1708.

Cet auteur commence son *Traité de la Théorie de la terre* par une dissertation sur la création du monde. Il prétend qu'on a toujours mal entendu le texte de la Genèse; qu'on s'est trop attaché à la lettre et au sens qui se présente à la première vue, sans faire attention à ce que la nature, la raison, la philosophie et même la décence, exigeaient de l'écrivain pour traiter dignement cette matière. Il dit que les notions qu'on a communément de l'ouvrage des six jours sont absolument fausses, et que la description de Moïse n'est pas une narration exacte et philosophique de la création de l'univers entier et de l'origine de toutes choses, mais une représentation historique de la formation du seul globe terrestre. La terre, selon lui, existait auparavant dans le chaos, et elle a reçu dans le temps mentionné par Moïse la forme, la situation et la consistance nécessaires pour pouvoir être habitée par le genre humain. Nous n'entrerons point dans le détail de ses preuves à cet égard, et nous n'entreprendrons pas d'en faire la réfutation: l'exposition que nous venons d'en faire suffit pour démontrer la contrariété de son opinion avec la foi, et, par conséquent, l'insuffisance de ses preuves. Au reste, il traite cette matière en théologien controversiste plutôt qu'en philosophe éclairé.

Partant de ces faux principes, il passe à des suppositions ingénieuses, et qui, quoique extraordinaires, ne laissent pas d'avoir un degré de vraisemblance, lorsqu'on veut se livrer avec lui à l'enthousiasme du système. Il dit que l'ancien chaos, l'origine de notre terre, a été l'atmosphère d'une comète; que le mouvement annuel de la terre a commencé dans le temps qu'elle a pris une nouvelle forme; mais que son mouvement diurne n'a commencé qu'au temps de la chute du premier homme; que le cercle de l'écliptique coupait alors le tropique du cancer au point du paradis terrestre à la frontière d'Assyrie, du côté du nord-ouest; qu'avant le déluge l'année commençait à l'équinoxe d'automne; que les orbites originaires des planètes, et surtout l'orbite de la terre, étaient, avant le déluge, des cercles parfaits; que le déluge a commencé le dix-huitieme jour de novembre de l'année 2365 de la période julienne, c'est-à-dire 2349 ans avant l'ère chrétienne; que l'année solaire et l'année lunaire étaient les mêmes avant le déluge, et qu'elles contenaient juste trois cent soixante jours; qu'une comète, descendant dans le plan de l'écliptique vers son périhélie, a passé tout auprès du globe de la terre le jour même que le déluge a commencé; qu'il y a une grande chaleur dans l'intérieur du globe terrestre qui se répand constamment du centre à la circonférence; que la constitution intérieure et totale de la terre est comme celle d'un œuf, ancien emblème du globe; que les montagnes sont les parties les plus légères de la terre, etc. Ensuite il attribue au déluge universel toutes les altérations et tous les changements arrivés à la surface et à l'intérieur du globe: il adopte aveuglément les hypothèses de Woodward, et se sert indistinctement de toutes les observations de cet auteur au sujet de l'état présent du globe; mais il y ajoute beaucoup lorsqu'il vient à traiter de l'état futur de la terre: selon lui, elle périra par le feu, et sa destruction sera précédée de tremblements épouvantables, de tonnerres et de météores effroyables; le soleil et la lune auront l'aspect hideux; les cieux paraîtront s'é-

crouler, l'incendie sera général sur la terre: mais, lorsque le feu aura dévoré tout ce qu'elle contient d'impur, lorsqu'elle sera vitrifiée et transparente comme le cristal, les saints et les bienheureux viendront en prendre possession pour l'habiter jusqu'au jour du jugement dernier.

Toutes ces hypothèses semblent, au premier coup d'œil, être autant d'assertions téméraires, pour ne pas dire extravagantes. Cependant l'auteur les a maniées avec tant d'adresse, et les a réunies avec tant de force, qu'elles cessent de paraître absolument chimériques. Il met dans son sujet autant d'esprit et de science qu'il peut en comporter; et on sera toujours étonné que, d'un mélange d'idées aussi bizarres et aussi peu faites pour aller ensemble, on ait pu tirer un système éblouissant : ce n'est pas même aux esprits vulgaires, c'est aux yeux des savants qu'il paraîtra tel, parce que les savants sont déconcertés plus aisément que le vulgaire par l'étalage de l'érudition, et par la force et la nouveauté des idées. Notre auteur était un astronome célèbre, accoutumé à voir le ciel en raccourci, à mesurer les mouvements des astres, à compasser les espaces des cieux : il n'a jamais pu se persuader que ce petit grain de sable, cette terre que nous habitons, ait attiré l'attention du Créateur au point de l'occuper plus longtemps que le ciel et l'univers entier, dont la vaste étendue contient des millions de millions de soleils et de terres. Il prétend donc que Moïse ne nous a pas donné l'histoire de la première création, mais seulement le détail de la nouvelle forme que la terre a prise, lorsque la main du Tout-Puissant l'a tirée du nombre des comètes pour la faire planète, ou, ce qui revient au même, lorsque, d'un monde en désordre et d'un chaos informe, il en a fait une habitation tranquille et un séjour agréable. Les comètes sont en effet sujettes à des vicissitudes terribles, à cause de l'excentricité de leurs orbites : tantôt, comme dans celle de 1680, il y fait mille fois plus chaud qu'au milieu d'un brasier ardent; tantôt il y fait mille fois plus froid que dans la glace, et elles ne peuvent guère être habitées que par d'étranges créatures, ou, pour trancher court, elles sont inhabitées.

Les planètes, au contraire, sont des lieux de repos où la distance au soleil ne variant pas beaucoup, la température reste à peu près la même, et permet aux espèces de plantes et d'animaux de croître, de durer et de multiplier.

Au commencement Dieu créa tout l'univers; mais, selon notre auteur, la terre, confondue avec les autres astres errants, n'était alors qu'une comète inhabitable, souffrant alternativement l'excès du froid et du chaud, dans laquelle les matières se liquéfiant, se vitrifiant, se glaçant tour à tour, formaient un chaos, un abîme enveloppé d'épaisses ténèbres, *et tenebræ erant super faciem abyssi*. Ce chaos était l'atmosphère de la comète qu'il faut se représenter comme un corps composé de matières hétérogènes, dont le centre était occupé par un noyau sphérique, solide et chaud, d'environ deux mille lieues de diamètre, autour duquel s'étendait une très-grande circonférence d'un fluide épais, mêlé d'une matière informe, confuse, tel qu'était l'ancien chaos, *rudis indigestaque moles*. Cette vaste atmosphère ne contenait que fort peu de parties sèches, solides ou terrestres, encore moins de particules aqueuses ou aériennes, mais une grande quantité de matières fluides, denses et pesantes, mêlées, agitées et confondues ensemble. Telle était la terre la veille des six jours; mais dès le lendemain, c'est-à-dire dès le premier jour de la création, lorsque l'orbite excentrique de la comète eut été changée en une ellipse presque circulaire, chaque chose prit sa place, et les corps s'arrangèrent suivant la loi de leur gravité spécifique : les fluides pesants descendirent au plus bas, et abandonnèrent aux parties terrestres, aqueuses et aériennes la région supérieure; celles-ci descendirent aussi dans leur ordre de pesanteur, d'abord la terre, ensuite l'eau, et enfin l'air; et cette sphère d'un chaos immense se réduisit à un globe d'un volume médiocre, au centre duquel est le noyau solide qui conserve encore aujourd'hui la chaleur que le soleil lui a autrefois communiquée lorsqu'il était noyau de comète. Cette chaleur peut bien durer depuis six mille ans, puisqu'il en faudrait cinquante mille à la comète de 1680 pour se refroidir, et qu'elle a éprouvé, en passant à son périhélie, une chaleur deux mille fois plus grande que celle d'un fer rouge. Autour de ce noyau solide et brûlant qui occupe le centre de la terre, se trouve le fluide dense et pesant qui descendit le premier, et c'est ce fluide qui forme le grand abîme sur lequel la terre porterait comme le liége sur le vif-argent; mais, comme les parties terrestres étaient mêlées de beaucoup d'eau, elles ont, en descendant, entraîné une partie de cette eau, qui n'a pu remon-

ter lorsque la terre a été consolidée, et cette eau forme une couche concentrique au fluide pesant qui enveloppe le noyau : de sorte que le grand abîme est composé de deux orbes concentriques, dont le plus intérieur est un fluide pesant et le supérieur est de l'eau; c'est proprement cette couche d'eau qui sert de fondement à la terre; et c'est de cet arrangement admirable de l'atmosphère de la comète que dépendent la théorie de la terre et l'explication des phénomènes.

Car on sent bien que, quand l'atmosphère de la comète fut une fois débarrassée de toutes ces matières solides et terrestres, il ne resta plus que la matière légère de l'air, à travers laquelle les rayons du soleil passèrent librement; ce qui tout d'un coup produisit la lumière : *Fiat lux.* On voit bien que les colonnes qui composent l'orbe de la terre s'étant formées avec tant de précipitation, elles se sont trouvées de différentes densités, et que, par conséquent, les plus pesantes ont enfoncé davantage dans ce fluide souterrain, tandis que les plus légères ne se sont enfoncées qu'à une moindre profondeur; et c'est ce qui a produit sur la surface de la terre des vallées et des montagnes. Ces inégalités étaient, avant le déluge, dispersées et situées autrement qu'elles ne le sont aujourd'hui : au lieu de la vaste vallée qui contient l'océan, il y avait sur toute la surface du globe plusieurs petites cavités séparées qui contenaient chacune une partie de cette eau, et faisaient autant de petites mers particulières; les montagnes étaient aussi plus divisées, et ne formaient pas des chaînes comme elles en forment aujourd'hui. Cependant la terre était mille fois plus peuplée, et par conséquent mille fois plus fertile qu'elle ne l'est; la vie des hommes et des animaux était dix fois plus longue, et tout cela parce que la chaleur intérieure de la terre, qui provient du noyau central, était alors dans toute sa force, et que ce plus grand degré de chaleur faisait éclore et germer un plus grand nombre d'animaux et de plantes, et leur donnait le degré de vigueur nécessaire pour durer plus longtemps et se multiplier plus abondamment : mais cette même chaleur, en augmentant les forces du corps, porta malheureusement à la tête des hommes et des animaux; elle augmenta les passions, elle ôta la sagesse aux animaux et l'innocence à l'homme : tout, à l'exception des poissons qui habitent un élément froid, se ressentit des effets de cette chaleur du noyau; enfin, tout devint criminel, et mérita la mort. Elle arriva, cette mort universelle, un mercredi 28 novembre, par un déluge affreux de quarante jours et de quarante nuits; et ce déluge fut causé par la queue d'une autre comète qui rencontra la terre en revenant de son périhélie.

La queue d'une comète est la partie la plus légère de son atmosphère; c'est un brouillard transparent, une vapeur subtile que l'ardeur du soleil fait sortir du corps de l'atmosphère de la comète; cette vapeur, composée de particules aqueuses et aériennes extrêmement raréfiées, suit la comète lorsqu'elle descend à son périhélie, et la précède lorsqu'elle remonte, en sorte qu'elle est toujours située du côté opposé au soleil, comme si elle cherchait à se mettre à l'ombre et à éviter la trop grande ardeur de cet astre. La colonne que forme cette vapeur est souvent d'une longueur immense; et, plus une comète approche du soleil, plus la queue est longue et étendue, de sorte qu'elle occupe souvent des espaces très-grands; et, comme plusieurs comètes descendent au-dessous de l'orbe annuel de la terre, il n'est pas surprenant que la terre se trouve quelquefois enveloppée de la vapeur de cette queue : c'est précisément ce qui est arrivé dans le temps du déluge : il n'a fallu que deux heures de séjour dans cette queue de comète pour faire tomber autant d'eau qu'il y en a dans la mer; enfin, cette queue était les cataractes du ciel : *et cataractæ cœli apertæ sunt.* En effet, le globe terrestre ayant une fois rencontré la queue de la comète, il doit, en y faisant sa route, s'approprier une partie de la matière qu'elle contient : tout ce qui se trouvera dans la sphère de l'attraction du globe doit tomber sur la terre, et tomber en forme de pluie, puisque cette queue est en partie composée de vapeurs aqueuses. Voilà donc une pluie du ciel qu'on peut faire aussi abondante qu'on voudra, et un déluge universel dont les eaux surpasseront aisément les plus hautes montagnes. Cependant, notre auteur, qui, dans cet endroit, ne veut pas s'éloigner de la lettre du livre sacré, ne donne pas pour cause unique du déluge cette pluie tirée de si loin; il prend de l'eau partout où il y en a : le grand abîme, comme nous avons vu, en contient une bonne quantité. La terre, à l'approche de la comète, aura sans doute éprouvé la force de son attraction : les liquides contenus dans le grand abîme, auront étés agités par un mouvement de flux et de reflux si violent,

que la croûte superficielle n'aura pu résister ; elle se sera fendue en divers endroits, et les eaux de l'intérieur se seront répandues sur la surface, *et rupti sunt fontes abyssi*.

Mais que faire de ces eaux que la queue de la comète et le grand abîme ont fournies si libéralement? Notre auteur n'en est point embarrassé. Dès que la terre, en continuant sa route, se fut éloignée de la comète, l'effet de son attraction, le mouvement de flux et de reflux cessa dans le grand abîme ; et dès lors les eaux supérieures s'y précipitèrent avec violence par les mêmes voies qu'elles en étaient sorties : le grand abîme absorba toutes les eaux superflues, et se trouva d'une capacité assez grande pour recevoir, non-seulement les eaux qu'il avait déjà contenues, mais encore toutes celles que la queue de la comète avait laissées, parce que dans le temps de son agitation et de la rupture de la croûte, il avait agrandi l'espace en poussant de tous côtés la terre qui l'environnait. Ce fut aussi dans ce temps que la figure de la terre, qui jusque-là avait été sphérique, devint elliptique, tant par l'effet de la force centrifuge causée par son mouvement diurne, que par l'action de la comète, et cela, parce que la terre, en parcourant la queue de la comète, se trouva posée de façon qu'elle présentait les parties de l'équateur à cet astre, et que la force de l'attraction de la comète, concourant avec la force centrifuge de la terre, fit élever les parties de l'équateur avec d'autant plus de facilité que la croûte était rompue et divisée en une infinité d'endroits, et que l'action du flux et du reflux de l'abîme poussait plus violemment que partout ailleurs les parties sous l'équateur.

Voilà donc l'histoire de la création, les causes du déluge universel, celles de la longueur de la vie des premiers hommes, et celles de la figure de la terre. Tout cela semble n'avoir rien coûté à notre auteur; mais l'arche de Noé paraît l'inquiéter beaucoup. Comment imaginer en effet qu'au milieu d'un désordre aussi affreux, au milieu de la confusion de la queue d'une comète avec le grand abîme, au milieu des ruines de l'orbe terrestre, et dans ces terribles moments où, non-seulement les éléments de la terre étaient confondus, mais où il arrivait encore du ciel et du tartare de nouveaux éléments pour augmenter le chaos; comment imaginer que l'arche voguât tranquillement avec sa nombreuse cargaison sur la cime des flots? Ici notre auteur rame et fait de grands efforts pour arriver et pour donner une raison physique de la conservation de l'arche : mais, comme il m'a paru qu'elle était insuffisante, mal imaginée et peu orthodoxe, je ne la rapporterai point; il me suffira de faire sentir combien il est dur pour un homme qui a expliqué de si grandes choses sans avoir recours à une puissance surnaturelle ou au miracle, d'être arrêté par une circonstance particulière : aussi notre auteur aime mieux risquer de se noyer avec l'arche, que d'attribuer, comme il le devait, à la bonté immédiate du Tout-Puissant la conservation de ce précieux vaisseau.

Je ne ferai qu'une remarque sur ce système, dont je viens de faire une exposition fidèle; c'est que, toutes les fois qu'on sera assez téméraire pour vouloir expliquer par des raisons physiques les vérités théologiques, qu'on se permettra d'interpréter dans des vues purement humaines le texte divin des livres sacrés, et que l'on voudra raisonner sur les volontés du très-Haut et sur l'exécution de ses decrets, on tombera nécessairement dans les ténèbres et dans le chaos où est tombé l'auteur de ce système, qui cependant a été reçu avec grand applaudissement. Il ne doutait ni de la vérité du déluge, ni de l'authenticité des livres sacrés : mais, comme il s'en était beaucoup moins occupé que de physique et d'astronomie, il a pris les passages de l'Écriture-Sainte pour des faits de physique et pour des résultats d'observations astronomiques; et il a si étrangement mêlé la science divine avec nos sciences humaines, qu'il en est résulté la chose du monde la plus extraordinaire, qui est le système que nous venons d'exposer.

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE III.

DU SYSTÈME DE M. BURNET.

Thomas Burnet. *Telluris Theoria sacra, orbis nostri originem et mutationes generales quas aut jam subiit, aut olim subiturus est, complectens.* Londini, 1681.

Cet auteur est le premier qui ait traité cette matière généralement et d'une manière systématique. Il avait beaucoup d'esprit, et était homme

de belles-lettres. Son ouvrage a eu une grande réputation, et il a été critiqué par quelques savants, entre autres par M. Keill, qui, épluchant cette matière en géomètre, a démontré les erreurs de Burnet dans un traité qui a pour titre : *Examination of the Theory of the Earth. London*, 1734, 2ᵉ *édit*. Ce même M. Keill a aussi réfuté le système de Wisthon : mais il traite ce dernier auteur bien différemment du premier; il semble même qu'il est de son avis dans plusieurs cas, et il regarde comme une chose fort probable le déluge causé par la queue d'une comète. Mais, pour revenir à Burnet, son livre est élégamment écrit; il sait peindre et présenter avec force de grandes images, et mettre sous les yeux des scènes magnifiques. Son plan est vaste; mais l'exécution manque faute de moyens: son raisonnement est petit, ses preuves sont faibles; et sa confiance est si grande, qu'il la fait perdre à son lecteur.

Il commence par nous dire qu'avant le déluge la terre avait une forme très-différente de celle que nous lui voyons aujourd'hui. C'était d'abord une masse fluide, un chaos composé de matières de toute espèce et de toutes sortes de figures : les plus pesantes descendirent vers le centre, et formèrent au milieu du globe un corps dur et solide, autour duquel les eaux, plus légères, se rassemblèrent et enveloppèrent de tous côtés le globe intérieur; l'air, et toutes les liqueurs plus légères que l'eau, la surmontèrent et l'enveloppèrent aussi dans toute la circonférence : ainsi, entre l'orbe de l'air et celui de l'eau, il se forma un orbe d'huile et de liqueur grasse plus légère que l'eau. Mais, comme l'air était encore fort impur, et qu'il contenait une très-grande quantité de petites particules de matière terrestre, peu à peu ces particules descendirent, tombèrent sur la couche d'huile, et formèrent un orbe terrestre mêlé de limon et d'huile, et ce fut là la première terre habitable et le premier séjour de l'homme. C'était un excellent terrain, une terre légère, grasse et faite exprès pour se prêter à la faiblesse des premiers germes. La surface du globe terrestre était donc, dans ces premiers temps, égale, uniforme, continue, sans montagnes, sans mers et sans inégalités. Mais la terre ne demeura qu'environ seize siècles dans cet état; car la chaleur du soleil, desséchant peu à peu cette croûte limoneuse, la fit fendre d'abord à la surface : bientôt ces fentes pénétrèrent plus avant, et s'augmentèrent si considérablement avec le temps, qu'enfin elles s'ouvrirent en entier; dans un instant toute la terre s'écroula et tomba par morceaux dans l'abime d'eau qu'elle contenait : voilà comme se fit le déluge universel.

Mais toutes ces masses de terre, en tombant dans l'abime, entraînèrent une grande quantité d'air, et elles se heurtèrent, se choquèrent, se divisèrent, s'accumulèrent si irrégulièrement, qu'elles laissèrent entre elles de grandes cavités remplies d'air. Les eaux s'ouvrirent peu à peu les chemins de ces cavités; et, à mesure qu'elles les remplissaient, la surface de la terre se découvrait dans les parties les plus élevées. Enfin, il ne resta de l'eau que dans les parties les plus basses, c'est-à-dire dans les vastes vallées qui contiennent la mer. Ainsi notre océan est une partie de l'ancien abime; le reste est entré dans les cavités intérieures avec lesquelles communique l'océan. Les îles et les écueils sont les petits fragments, les continents sont les grandes masses de l'ancienne croûte; et comme la rupture et la chute de cette croûte se sont faites avec confusion, il n'est pas étonnant de trouver sur la terre des éminences, des profondeurs, des plaines et des inégalités de toute espèce.

Cet échantillon du système de Burnet suffit pour en donner une idée : c'est un roman bien écrit, et un livre qu'on peut lire pour s'amuser, mais qu'on ne doit pas consulter pour s'instruire. L'auteur ignorait les principaux phénomènes de la terre, et n'était nullement informé des observations : il a tout tiré de son imagination, qui, comme l'on sait, sert volontiers aux dépens de la vérité.

PREUVES
DE LA
THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE VI.

DU SYSTÈME DE M. WOODWARD.

Jean Woodward. *An Essay towards the natural History of the Earth*, etc.

On peut dire de cet auteur qu'il a voulu élever un monument immense sur une base moins solide que le sable mouvant, et bâtir l'édifice du monde avec de la poussière, car il prétend que, dans le temps du déluge, il s'est fait une disso-

lution totale de la terre. La première idée qui se présente après avoir lu son livre, c'est que cette dissolution s'est faite par les eaux du grand abime, qui se sont répandues sur la surface de la terre, et qui ont délayé et réduit en pâte les pierres, les rochers, les marbres, les métaux, etc. Il prétend que l'abime, où cette eau était renfermée, s'ouvrit tout d'un coup à la voix de Dieu, et répandit sur la surface de la terre la quantité énorme d'eau qui était nécessaire pour la couvrir et surmonter de beaucoup les plus hautes montagnes, et que Dieu suspendit la cause de la cohésion des corps, ce qui réduisit tout en poussière, etc. Il ne fait pas attention que, par ces suppositions, il ajoute au miracle du déluge universel d'autres miracles, ou tout au moins des impossibilités physiques qui ne s'accordent ni avec la lettre de la sainte Écriture, ni avec les principes mathématiques de la philosophie naturelle. Mais, comme cet auteur a le mérite d'avoir rassemblé plusieurs observations importantes, et qu'il connaissait mieux que ceux qui ont écrit avant lui les matières dont le globe est composé, son système, quoique mal conçu et mal digéré, n'a pas laissé d'éblouir les gens séduits par la vérité de quelques faits particuliers, et peu difficiles sur la vraisemblance des conséquences générales. Nous avons donc cru devoir présenter un extrait de cet ouvrage, dans lequel, en rendant justice au mérite de l'auteur et à l'exactitude de ses observations, nous mettrons le lecteur en état de juger de l'insuffisance de son système et de la fausseté de quelques-unes de ses remarques. M. Woodward dit avoir reconnu par ses yeux que toutes les matières qui composent la terre en Angleterre, depuis sa surface jusqu'aux endroits les plus profonds où il est descendu, étaient disposées par couches, et que, dans un grand nombre de ces couches, il y a des coquilles et d'autres productions marines: ensuite il ajoute que, par ses correspondants et par ses amis, il s'est assuré que dans tous les autres pays la terre est composée de même, et qu'on y trouve des coquilles, non-seulement dans les plaines et en quelques endroits, mais encore sur les plus hautes montagnes, dans les carrières les plus profondes et en une infinité d'endroits : il a vu que ces couches étaient horizontales et posées les unes sur les autres, comme le seraient des matières transportées par les eaux et déposées en forme de sédiments. Ces remarques générales, qui sont très-vraies, sont suivies d'observations particulières, par lesquelles il fait voir évidemment que les fossiles qu'on trouve incorporés dans les couches sont de vraies coquilles et de vraies productions marines, et non pas de minéraux, des corps singuliers, des jeux de la nature, etc. A ces observations, quoique en partie faites avant lui, qu'il a rassemblées et prouvées, il en ajoute d'autres qui sont moins exactes ; il assure que toutes les matières des différentes couches sont posées les unes sur les autres dans l'ordre de leur pesanteur spécifique, en sorte que les plus pesantes sont au-dessous, et les plus légères au-dessus. Ce fait général n'est point vrai : on doit arrêter ici l'auteur, et lui montrer les rochers que nous voyons tous les jours au-dessus des glaises, des sables, des charbons de terre, des bitumes, et qui certainement sont plus pesants spécifiquement quo toutes ces matières ; car, en effet, si par toute la terre on trouvait d'abord les couches de bitume, ensuite celles de craie, puis celles de marne, ensuite celles de glaise, celles de sable, celles de pierre, celles de marbre, et enfin les métaux, en sorte que la composition de la terre suivit exactement et partout la loi de la pesanteur, et que les matières fussent toutes placées dans l'ordre de leur gravité spécifique, il y aurait apparence qu'elles se seraient toutes précipitées en même temps, et voilà ce que notre auteur assure avec confiance, malgré l'évidence du contraire : car, sans être observateur, il ne faut qu'avoir des yeux pour être assuré que l'on trouve des matières pesantes très-souvent posées sur des matières légères, et que, par conséquent, ces sédiments ne se sont pas précipités tous en même temps, mais qu'au contraire ils ont été amenés et déposés successivement par les eaux. Comme c'est là le fondement do son système, et qu'il porte manifestement à faux, nous ne le suivrons plus loin que pour faire voir combien un principe erroné peut produire de fausses combinaisons et de mauvaises conséquences. Toutes les matières, dit notre auteur, qui composent la terre, depuis les sommets des plus hautes montagnes jusqu'aux plus grandes profondeurs des mines et des carrières, sont disposées par couches, suivant leur pesanteur spécifique : donc, conclut-il, toute la matière qui compose le globe a été dissoute et s'est précipitée en même temps. Mais dans quelle matière et en quel temps a-t-elle été dissoute? Dans l'eau et

dans le temps du déluge. Mais il n'y a pas assez d'eau sur le globe pour que cela se puisse, puisqu'il y a plus de terre que d'eau, et que le fond de la mer est de terre. Hé bien! nous dit-il, il y a de l'eau plus qu'il n'en faut au centre de la terre : il ne s'agit que de la faire monter, de lui donner tout ensemble la vertu d'un dissolvant universel et la qualité d'un remède préservatif pour les coquilles, qui seules n'ont pas été dissoutes, tandis que les marbres et les rochers l'ont été; de trouver ensuite le moyen de faire rentrer cette eau dans l'abîme, et de faire cadrer tout cela avec l'histoire du déluge. Voilà le système, de la vérité duquel l'auteur ne trouve pas le moyen de pouvoir douter; car, quand on lui oppose que l'eau ne peut point dissoudre les marbres, les pierres, les métaux, surtout en quarante jours qu'a duré le déluge, il répond simplement que cependant cela est arrivé. Quand on lui demande quelle était donc la vertu de cette eau de l'abîme, pour dissoudre toute la terre et conserver en même temps les coquilles, il dit qu'il n'a jamais prétendu que cette eau fût un dissolvant, mais qu'il est clair par les faits que la terre a été dissoute et que les coquilles ont été preservées. Enfin, lorsqu'on le presse et qu'on lui fait voir évidemment que s'il n'a aucune raison à donner de ces phénomènes, son système n'explique rien, il dit qu'il n'y a qu'à imaginer que dans le temps du déluge la force de la gravité et de la cohérence de la matière a cessé tout à coup, et qu'au moyen de cette supposition, dont l'effet est fort aisé à concevoir, on explique d'une maniere satisfaisante la dissolution de l'ancien monde. Mais, lui dit-on, si la force qui tient unies les parties de la matière a cessé, pourquoi les coquilles n'ont-elles pas été dissoutes comme tout le reste? Ici il fait un discours sur l'organisation des coquilles et des os des animaux, par lequel il prétend prouver que leur texture étant fibreuse et différente de celle des minéraux, leur force de cohésion est aussi d'un autre genre. Après tout, il n'y a, dit-il, qu'à supposer que la force de la gravité et de la cohérence n'a pas cessé entièrement, mais seulement qu'elle a été diminuée assez pour désunir toutes les parties des minéraux, mais pas assez pour désunir celles des animaux. A tout ceci, on ne peut pas s'empêcher de reconnaître que notre auteur n'était pas aussi bon physicien qu'il était bon observateur; et je ne crois pas qu'il soit nécessaire que nous réfutions sérieusement des opinions sans fondement, surtout lorsqu'elles ont été imaginées contre les règles de la vraisemblance, et qu'on n'en a tiré que des conséquences contraires aux lois de la mécanique.

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE V.

EXPOSITION DE QUELQUES AUTRES SYSTÈMES.

On voit bien que les trois hypothèses dont nous venons de parler ont beaucoup de choses communes; elles s'accordent toutes en ce point, que dans le temps du déluge la terre a changé de forme, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur; ainsi tous ces spéculatifs n'ont pas fait attention que la terre avant le déluge, étant habitée par les mêmes espèces d'hommes et d'animaux, devait être nécessairement telle, à très-peu près, qu'elle est aujourd'hui, et qu'en effet les livres saints nous apprennent qu'avant le déluge il y avait sur la terre des fleuves, des mers, des montagnes, des forêts et des plantes; que ces fleuves et ces montagnes étaient, pour la plupart, les mêmes, puisque le Tigre et l'Euphrate étaient les fleuves du Paradis terrestre; que la montagne d'Arménie, sur laquelle l'arche s'arrêta, était une des plus hautes montagnes du monde au temps du déluge, comme elle l'est encore aujourd'hui; que les mêmes plantes et les mêmes animaux qui existent, existaient alors, puisqu'il y est parlé du serpent, du corbeau, et que la colombe rapporta une branche d'olivier : car quoique M. de Tournefort prétende qu'il n'y a point d'oliviers à plus de quatre cents lieues du mont Ararath, et qu'il fasse sur cela d'assez mauvaises plaisanteries (*Voyage du Levant, vol. 2, page 336*), il est cependant certain qu'il y en avait en ce lieu dans le temps du déluge, puisque le livre sacré nous en assure; et il n'est pas étonnant que dans un espace de quatre mille ans les oliviers aient été détruits dans ces cantons et se soient multipliés dans d'autres. C'est donc à tort, et contre la lettre de la sainte Écriture, que ces auteurs ont supposé que la terre était, avant le déluge, totalement diffé-

rente de ce qu'elle est aujourd'hui; et cette contradiction de leurs hypothèses avec le texte sacré, aussi bien que leur opposition avec les vérités physiques, doit faire rejeter leurs systèmes, quand même ils seraient d'accord avec quelques phénomènes : mais il s'en faut bien que cela soit ainsi. Burnet, qui a écrit le premier, n'avait, pour fonder son système, ni observation, ni faits. Woodward n'a donné qu'un essai, où il promet beaucoup plus qu'il ne peut tenir; sont livre est un projet dont on n'a pas vu l'exécution. On voit seulement qu'il emploie deux observations générales : la première, que la terre est partout composée de matières qui autrefois ont été dans un état de mollesse et de fluidité, qui ont été transportées par les eaux, et qui se sont déposées par couches horizontales; la seconde, qu'il y a des productions marines dans l'intérieur de la terre en une infinité d'endroits. Pour rendre raison de ces faits, il a recours au déluge universel, ou plutôt il paraît ne les donner que comme preuves du déluge : mais il tombe, aussi bien que Burnet, dans des contradictions évidentes; car il n'est pas permis de supposer avec eux qu'avant le déluge il n'y avait point de montagnes, puisqu'il est dit précisément et très-clairement que les eaux surpassèrent de quinze coudées les plus hautes montagnes. D'autre côté, il n'est pas dit que ces eaux aient détruit et dissous ces montagnes : au contraire, ces montagnes sont restées en place, et l'arche s'est arrêtée sur celle que les eaux ont laissée la première à découvert. D'ailleurs, comment peut-on s'imaginer que, pendant le peu de temps qu'a duré le déluge, les eaux aient pu dissoudre les montagnes et toute la terre? N'est-ce pas une absurdité de dire qu'en quarante jours l'eau a dissous tous les marbres, tous les rochers, toutes les pierres, tous les minéraux? N'est-ce pas une contradiction manifeste que d'admettre cette dissolution totale, et en même temps de dire que les coquilles et les productions marines ont été préservées, et que, tout ayant été détruit et dissous, elles seules ont été conservées, de sorte qu'on les retrouve aujourd'hui entières et les mêmes qu'elles étaient avant le déluge? Je ne craindrai donc pas de dire avec d'excellentes observations, Woodward n'a fait qu'un fort mauvais système. Whiston, qui est venu le dernier, a beaucoup enchéri sur les deux autres; mais, en donnant une vaste carrière à son imagination, au moins n'est-il pas tombé en contradiction : il dit des choses fort peu croyables; mais du moins elles ne sont ni absolument ni évidemment impossibles. Comme on ignore ce qu'il y a au centre et dans l'intérieur de la terre, il a cru pouvoir supposer que cet intérieur était occupé par un noyau solide, environné d'un fluide pesant, et ensuite d'eau sur laquelle la croûte extérieure du globe était soutenue, et dans laquelle les différentes parties de cette croûte se sont enfoncées plus ou moins, à proportion de leur pesanteur ou de leur légèreté relatives; ce qui a produit les montagnes et les inégalités de la surface de la terre. Il faut avouer que cet astronome a fait ici une faute de mécanique : il n'a pas songé que la terre, dans cette hypothèse, doit faire voûte de tous côtés, que, par conséquent, elle ne peut être portée sur l'eau qu'elle contient, et encore moins y enfoncer. A cela près, je ne sache pas qu'il y ait d'autres erreurs de physique dans ce système. Il y en a un grand nombre quant à la métaphysique et à la théologie : mais enfin, on ne peut pas nier absolument que la terre, rencontrant la queue d'une comète, lorsque celle-ci s'approche de son périhélie, ne puisse être inondée, surtout lorsqu'on aura accordé à l'auteur que la queue d'une comète peut contenir des vapeurs aqueuses. On ne peut nier non plus, comme une impossibilité absolue, que la queue d'une comète, en revenant du périhélie, ne puisse brûler la terre, si on suppose avec l'auteur que la comète ait passé fort près du soleil, et qu'elle ait été prodigieusement échauffée pendant son passage. Il en est de même du reste de ce système; mais, quoiqu'il n'y ait pas d'impossibilité absolue, il y a si peu de probabilité à chaque chose prise séparément, qu'il en résulte une impossibilité pour le tout pris ensemble.

Les trois systèmes dont nous venons de parler ne sont pas les seuls ouvrages qui aient été faits sur la théorie de la terre. Il a paru en 1729 un mémoire de M. Bourguet, imprimé à Amsterdam avec ses Lettres philosophiques sur la formation des sels, etc., dans lequel il danne un échantillon du système qu'il méditait, mais qu'il n'a pas proposé, ayant été prévenu par la mort. Il faut rendre justice à cet auteur; personne n'a mieux rassemblé les phénomènes et les faits : on lui doit même cette belle et grande observation, qui est une des clefs de la théorie de la terre; je veux parler de la correspondance

des angles des montagnes. Il présente tout ce qui a rapport à ces matières dans un grand ordre; mais, avec tous ces avantages, il paraît qu'il n'aurait pas mieux réussi que les autres à faire une histoire physique et raisonnée des changements arrivés au globe, et qu'il était bien éloigné d'avoir trouvé les vraies causes des effets qu'il rapporte; pour s'en convaincre, il ne faut que jeter les yeux sur les propositions qu'il déduit des phénomènes, et qui doivent servir de fondement à sa théorie, *voyez p.* 21 t. Il dit que le globe a pris sa forme dans un même temps, et non pas successivement; que la forme et la disposition du globe supposent nécessairement qu'il a été dans un état de fluidité; que l'état présent de la terre est très-différent de celui dans lequel elle a été pendant plusieurs siècles après sa première formation; que la matière du globe était dès le commencement moins dense qu'elle ne l'a été depuis qu'il a changé de face; que la condensation des parties solides du globe diminua sensiblement avec la vélocité du globe même, de sorte qu'après avoir fait un certain nombre de révolutions sur son axe et autour du soleil, il se trouva tout à coup dans un état de dissolution qui détruisit sa première structure; que cela arriva vers l'équinoxe du printemps; que, dans le temps de cette dissolution, les coquilles s'introduisirent dans les matières dissoutes; qu'après cette dissolution la terre a pris la forme que nous lui voyons, et qu'aussitôt le feu s'y est mis, la consume peu à peu et va toujours en augmentant, de sorte qu'elle sera détruite un jour par une explosion terrible, accompagnée d'un incendie général, qui augmentera l'atmosphère du globe et en diminuera le diamètre, et qu'alors la terre, au lieu de couches de sable ou de terre, n'aura que des couches de métal et de minéral calciné, et des montagnes composées d'amalgames de différents métaux. En voilà assez pour faire voir quel était le système que l'auteur méditait. Deviner de cette façon le passé, vouloir prédire l'avenir, et encore deviner et prédire à peu près comme les autres ont prédit et deviné, ne me paraît pas être un effort : aussi cet auteur avait beaucoup plus de connaissances et d'érudition que de vues saines et générales, et il m'a paru manquer de cette partie si nécessaire aux physiciens, de cette métaphysique qui rassemble les idées particulières, qui les rend plus générales, et qui élève l'esprit au point où il doit être pour voir l'enchaînement des causes et des effets.

Le fameux Leibnitz donna en 1683 dans les Actes de Leipsick, *page* 40, un projet de système bien différent, sous le titre de *Protogæa*. La terre, selon Bourguet et tous les autres, doit finir par le feu; selon Leibnitz, elle a commencé par là, et a souffert beaucoup plus de changements et de révolutions qu'on ne l'imagine. La plus grande partie de la matière terrestre a été embrasée par un feu violent dans le temps que Moïse dit que la lumière fut séparée des ténèbres. Les planètes, aussi bien que la terre, étaient toutefois des étoiles fixes et lumineuses par elles-mêmes. Après avoir brûlé longtemps, il prétend qu'elles se sont éteintes faute de matière combustible, et qu'elles sont devenues des corps opaques. Le feu a produit par la fonte des matières une croûte vitrifiée, et la base de toute la matière qui compose le globe terrestre est du verre, dont les sables ne sont que des fragments : les autres espèces de terres se sont formées du mélange de ce sable avec des sels fixes et de l'eau; et, quand la croûte fut refroidie, les parties humides qui s'étaient élevées en forme de vapeurs retombèrent et formèrent les mers. Elles enveloppèrent d'abord toute la surface du globe, et surmontèrent même les endroits les plus élevés qui forment aujourd'hui les continents et les îles. Selon cet auteur, les coquilles et les autres débris de la mer qu'on trouve partout prouvent que la mer a couvert toute la terre; et la grande quantité de sels fixes, de sables et d'autres matières fondues et calcinées qui sont renfermées dans les entrailles de la terre, prouvent que l'incendie a été général, et qu'il a précédé l'existence des mers. Quoique ces pensées soient dénuées de preuves, elles sont élevées, et on sent bien qu'elles sont le produit des méditations d'un grand génie. Les idées ont de la liaison, les hypothèses ne sont pas absolument impossibles, et les conséquences qu'on en peut tirer ne sont pas contradictoires : mais le grand défaut de cette théorie, c'est qu'elle ne s'applique point à l'état présent de la terre; c'est le passé qu'elle explique, et ce passé est si ancien, et nous a laissé si peu de vestiges, qu'on peut en dire tout ce qu'on voudra, et qu'à proportion qu'un homme aura plus d'esprit, il en pourra dire des choses qui auront l'air plus vraisemblables. Assurer, comme l'assure Whiston, que la terre a été comète, ou prétendre avec

Leibnitz qu'elle a été soleil, c'est dire des choses également possibles ou impossibles, et auxquelles il serait superflu d'appliquer les règles des probabilités. Dire que la mer a autrefois couvert toute la terre, qu'elle a enveloppé le globe tout entier, et que c'est par cette raison qu'on trouve des coquilles partout, c'est ne pas faire attention à une chose très-essentielle, qui est l'unité du temps de la création; car si cela était, il faudrait nécessairement dire que les coquillages et les autres animaux habitants des mers, dont on trouve les dépouilles dans l'intérieur de la terre, ont existé les premiers, et longtemps avant l'homme et les animaux terrestres : or, indépendamment du témoignage des livres sacrés, n'a-t-on pas raison de croire que toutes les espèces d'animaux et de végétaux sont à peu pres aussi anciennes les unes que les autres?

M. Scheuchzer, dans une dissertation qu'il a adressée à l'Académie des Sciences en 1708, attribue, comme Woodward, le changement, ou plutôt la seconde formation de la surface du globe, au déluge universel; et, pour expliquer celle des montagnes, il dit qu'après le déluge, Dieu voulant faire rentrer les eaux dans les réservoirs souterrains, avait brisé et déplacé de sa main toute-puissante un grand nombre de lits auparavant horizontaux, et les avait élevés sur la surface du globe. Toute la dissertation a été faite pour appuyer cette opinion. Comme il fallait que ces hauteurs ou éminences fussent d'une consistance fort solide, M. Scheuchzer remarque que Dieu ne les tira que des lieux où il y avait beaucoup de pierres : de là vient, dit-il, que les pays, comme la Suisse, où il y en a une grande quantité, sont montagneux, et qu'au contraire ceux qui, comme la Flandre, l'Allemagne, la Hongrie, la Pologne, n'ont que du sable ou de l'argile, même à une assez grande profondeur, sont presque entièrement sans montagnes. *Voyez l'Histoire de l'Académie*, 1708, *page* 32.

Cet auteur a eu plus qu'aucun autre le défaut de vouloir mêler la physique avec la théologie; et, quoiqu'il nous ait donné quelques bonnes observations, la partie systématique de ses ouvrages est encore plus mauvaise que celle de tous ceux qui l'ont précédé : il a même fait sur ce sujet des déclamations et des plaisanteries ridicules. Voyez la plainte des poissons, *Piscium querelæ*, etc., sans parler de son gros livre en plusieurs volumes in-folio, intitulé *Physica sacra*, ouvrage puérile, et qui paraît fait moins pour occuper les hommes que pour amuser les enfants par les gravures et les images qu'on y a entassées à dessein et sans nécessité.

Stenon, et quelques autres après lui, ont attribué la cause des inégalités de la surface de la terre à des inondations particulières, à des tremblements de terre, à des secousses, à des éboulements, etc. : mais les effets de ces causes secondaires n'ont pu produire que quelques légers changements. Nous admettons ces mêmes causes après la cause première, qui est le mouvement du flux et reflux, et le mouvement de la mer d'orient en occident. Au reste, Stenon ni les autres n'ont pas donné de théorie, ni même de faits généraux sur cette matière. *Voyez la Diss. de solido intra solidum*, etc.

Ray prétend que toutes les montagnes ont été produites par des tremblements de terre, et il a fait un traité pour le prouver. Nous ferons voir, à l'article des volcans, combien peu cette opinion est fondée.

Nous ne pouvons nous dispenser d'observer que la plupart des auteurs dont nous venons de parler, comme Burnet, Whiston et Woodward, ont fait une faute qui nous paraît mériter d'être relevée, c'est d'avoir regardé le déluge comme possible par l'action des causes naturelles, au lieu que l'Écriture-Sainte nous le présente comme produit par la volonté immédiate de Dieu. Il n'y a aucune cause naturelle qui puisse produire sur la surface entière de la terre la quantité d'eau qu'il a fallu pour couvrir les plus hautes montagnes; et, quand même on pourrait imaginer une cause proportionnée à cet effet, il serait encore impossible de trouver quelque autre cause capable de faire disparaître les eaux : car, en accordant à Whiston que ces eaux sont venues de la queue d'une comète, on doit lui nier qu'il en soit venu du grand abîme, et qu'elles y soient toutes rentrées, puisque le grand abîme étant, selon lui, environné et pressé de tous côtés par la croûte ou l'orbe terrestre, il est impossible que l'attraction de la comète ait pu causer aux fluides contenus dans l'intérieur de cet orbe le moindre mouvement; par conséquent, le grand abîme n'aura pas éprouvé, comme il le dit, un flux et reflux violent; dès-lors il n'en sera pas sorti, et il n'en sera pas entré une seule goutte d'eau; et, à moins de supposer que l'eau tombée

de la comète a été détruite par miracle, elle serait encore aujourd'hui sur la surface de la terre, couvrant les sommets des plus hautes montagnes. Rien ne caractérise mieux un miracle que l'impossibilité d'en expliquer l'effet par les causes naturelles. Nos auteurs ont fait de vains efforts pour rendre raison du déluge : leurs erreurs de physique au sujet des causes secondes qu'ils emploient, prouvent la vérité du fait tel qu'il est rapporté dans l'Écriture-Sainte, et démontrent qu'il n'a pu être opéré que par la cause première, par la volonté de Dieu.

D'ailleurs, il est aisé de se convaincre que ce n'est ni dans un seul et même temps, ni par l'effet du déluge, que la mer a laissé à découvert les continents que nous habitons : car il est certain, par le témoignage des livres sacrés, que le paradis terrestre était en Asie, et que l'Asie était un continent habité avant le déluge ; par conséquent, ce n'est pas dans ce temps que les mers ont couvert cette partie considérable du globe. La terre était donc, avant le déluge, telle à peu près qu'elle est aujourd'hui ; et cette énorme quantité d'eau, que la justice divine fit tomber sur la terre pour punir l'homme coupable, donna en effet la mort à toutes les créatures : mais elle ne produisit aucun changement à la surface de la terre ; elle ne détruisit pas même les plantes, puisque la colombe rapporta une branche d'olivier.

Pourquoi donc imaginer, comme l'ont fait la plupart de nos naturalistes, que cette eau changea totalement la surface du globe jusqu'à mille à deux mille pieds de profondeur? pourquoi veulent ils que ce soit le déluge qui ait apporté sur la terre les coquilles qu'on trouve à sept ou huit cents pieds dans les rochers et dans les marbres? Pourquoi dire que c'est dans ce temps que se sont formées les montagnes et les collines? et comment peut-on se figurer qu'il soit possible que ces eaux aient amené des masses et des bancs de coquilles de cent lieues de longueur? Je ne crois pas qu'on puisse persister dans cette opinion, à moins qu'on n'admette dans le déluge un double miracle, le premier pour l'augmentation des eaux, et le second pour le transport des coquilles ; mais, comme il n'y a que le premier qui soit rapporté dans l'Écriture-Sainte, je ne vois pas qu'il soit nécessaire de faire un article de foi du second.

D'autre côté, si les eaux du déluge, après avoir séjourné au-dessus des plus hautes montagnes, se fussent ensuite retirées tout à coup, elles auraient amené une si grande quantité de limon et d'immondices, que les terres n'auraient point été labourables ni propres à recevoir des arbres et des vignes que plusieurs siècles après cette inondation, comme l'on sait que, dans le déluge qui arriva en Grèce, le pays submergé fut totalement abandonné, et ne put recevoir aucune culture que plus de trois siecles après cette inondation. *Voyez Acta erudit. Lips. anno* 1691, *page* 100. Aussi doit-on regarder le déluge universel comme un moyen surnaturel dont s'est servi la toute-puissance divine pour le châtiment des hommes, et non comme un effet naturel dans lequel tout se serait passé selon les lois de la physique. Le déluge universel est donc un miracle dans sa cause et dans ses effets ; on voit clairement, par le texte de l'Ecriture-Sainte, qu'il a servi uniquement pour détruire l'homme et les animaux, et qu'il n'a changé en aucune façon la terre, puisqu'après la retraite des eaux les montagnes, et même les arbres, étaient à leur place, et que la surface de la terre était propre à recevoir la culture et à produire des vignes et des fruits. Comment toute la race des poissons, qui n'entra pas dans l'arche, aurait-elle pu être conservée, si la terre eût été dissoute dans l'eau, ou seulement si les eaux eussent été assez agitées pour transporter les coquilles des Indes en Europe, etc.

Cependant cette supposition, que c'est le déluge universel qui a transporté les coquilles de la mer dans tous les climats de la terre, est devenue l'opinion, ou plutôt la superstition du commun des naturalistes. Woodward, Scheuchzer et quelques autres appellent ces coquilles pétrifiées les restes du déluge ; ils les regardent comme les médailles et les monuments que Dieu nous a laissés de ce terrible événement, afin qu'il ne s'effaçât jamais de la mémoire du genre humain ; enfin ils ont adopté cette hypothèse avec tant de respect, pour ne pas dire d'aveuglement, qu'ils ne paraissent s'être occupés qu'à chercher les moyens de concilier l'Ecriture-Sainte avec leur opinion, et qu'au lieu de se servir de leurs observations et d'en tirer des lumières, ils se sont enveloppés dans les nuages d'une théologie physique, dont l'obscurité et la petitesse dérogent à la clarté et à la dignité de la religion, et ne laissent apercevoir aux incrédules qu'un mélange ridicule d'idées humaines et de faits divins. Prétendre en effet expliquer le dé-

luge universel et ses causes physiques, vouloir nous apprendre le détail de ce qui s'est passé dans le temps de cette grande révolution, deviner quels en ont été les effets, ajouter des faits à ceux du livre sacré, tirer des conséquences de ces faits, n'est-ce pas vouloir mesurer la puissance du Très-Haut? Les merveilles que sa main bienfaisante opère dans la nature d'une manière uniforme et régulière, sont incompréhensibles; à plus forte raison les coups d'éclat, les miracles doivent nous tenir dans le saisissement et dans le silence.

Mais, diront-ils, le déluge universel étant un fait certain, n'est-il pas permis de raisonner sur les conséquences de ce fait? A la bonne heure : mais il faut que vous commenciez par convenir que le déluge universel n'a pu s'opérer par les puissances physiques; il faut que vous le reconnaissiez comme un effet immédiat de la volonté du Tout-Puissant; il faut que vous vous borniez à en savoir seulement ce que les livres sacrés nous en apprennent, avouer en même temps qu'il ne vous est pas permis d'en savoir davantage, et surtout ne pas mêler une mauvaise physique avec la pureté du livre saint. Ces précautions qu'exige le respect que nous devons aux décrets de Dieu, étant prises, que reste-t-il à examiner au sujet du déluge? Est-il dit dans l'Écriture-Sainte que le déluge ait formé les montagnes? Il est dit le contraire. Est-il dit que les eaux fussent dans une agitation assez grande pour enlever du fond des mers les coquilles et les transporter par toute la terre? Non l'arche voguait tranquillement sur les flots. Est-il dit que la terre souffrit une dissolution totale? Point du tout. Le récit de l'historien sacré est simple et vrai; celui de ces naturalistes est composé et fabuleux.

PREUVES
DE LA
THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE VI.

GÉOGRAPHIE.

La surface de la terre n'est pas, comme celle de Jupiter, divisée par bandes alternatives et parallèles à l'équateur : au contraire, elle est divisée d'un pôle à l'autre par deux bandes de terre et deux bandes de mer. La première et principale bande est l'ancien continent, dont la plus grande longueur se trouve être diagonale avec l'équateur, et qu'on doit mesurer en commençant au nord de la Tartarie la plus orientale; de là à la terre qui avoisine le golfe Linchidolin, où les Moscovites vont pêcher des baleines; de là à Tobolsk, de Tobolsk à la mer Caspienne, de la mer Caspienne à la Mecque, de la Mecque à la partie occidentale du pays habité par le peuple de Galles en Afrique, ensuite au Monoemugi, au Monomotapa, et enfin au cap de Bonne-Espérance. Cette ligne, qui est la plus grande longueur de l'ancien continent, est d'environ 3600 lieues : elle n'est interrompue que par la mer Caspienne et par la mer Rouge, dont les largeurs ne sont pas considérables; et on ne doit pas avoir égard à ces petites interruptions lorsque l'on considère, comme nous le faisons, la surface du globe divisée seulement en quatre parties.

Cette plus grande longueur se trouve en mesurant le continent en diagonale : car, si on le mesure au contraire suivant les méridiens, on verra qu'il n'y a que 2500 lieues depuis le cap nord de Laponie jusqu'au cap de Bonne-Espérance, et qu'on traverse la mer Baltique dans sa longueur et la mer Méditerranée dans toute sa largeur; ce qui fait une bien moindre longueur et de plus grandes interruptions que par la première route. A l'égard de toutes les autres distances qu'on pourrait mesurer dans l'ancien continent sous les mêmes méridiens, on les trouvera encore beaucoup plus petites que celle-ci, n'y ayant, par exemple, que 1800 lieues depuis la pointe méridionale de l'île de Ceylan jusqu'à la côte septentrionale de la nouvelle Zemble. De même, si on mesure le continent parallèlement à l'équateur, on trouvera que la plus grande longueur sans interruption se trouve depuis la côte occidentale de l'Afrique à Tréfana, jusqu'à Ningpo sur la côte orientale de la Chine, et qu'elle est environ de 2800 lieues; qu'une autre longueur sans interruption peut se mesurer depuis la pointe de la Bretagne à Brest jusqu'à la côte de la Tartarie chinoise, et qu'elle est environ de 2300 lieues; qu'en mesurant depuis Bergen, en Norwége, jusqu'à la côte du Kamtschatka, il n'y a plus que 1800 lieues. Toutes ces lignes ont, comme l'on voit, beaucoup moins de longueur que la première; ainsi la plus grande étendue de

l'ancien continent est en effet depuis le cap oriental de la Tartarie la plus septentrionale jusqu'au cap de Bonne-Espérance, c'est-à-dire de 3600 lieues. *Voyez la première carte de la géographie.*

Cette ligne peut être regardée comme le milieu de la bande de terre qui compose l'ancien continent : car, en mesurant l'étendue de la surface du terrain des deux côtés de cette ligne, je trouve qu'il y a dans la partie qui est à gauche 2471092 $\frac{3}{4}$ lieues carrées; et que, dans la partie qui est à droite de cette ligne, il y a 2469687 lieues carrées; ce qui est une égalité singulière, et qui doit faire présumer, avec une très-grande vraisemblance, que cette ligne est le vrai milieu de l'ancien continent, en même temps qu'elle en est la plus grande longueur.

L'ancien continent a donc en tout environ 4940780 lieues carrées, ce qui ne fait pas une cinquième partie de la surface totale du globe; et on peut regarder ce continent comme une large bande de terre inclinée à l'équateur d'environ 30 degrés.

A l'égard du nouveau continent, on peut le regarder aussi comme une bande de terre dont la plus grande longueur doit être prise depuis l'embouchure du fleuve de la Plata jusqu'à cette contrée marécageuse qui s'étend au delà du lac des Assiniboïls. Cette route va de l'embouchure du fleuve de la Plata au lac Caracares; de là elle passe chez les Mataguais, chez les Chiriguanes, ensuite à Pocona, à Zougo, de Zongo chez les Zamas, les Marianas, les Moruas, de là à Santa-Fé et à Carthagène, puis, par le golfe du Mexique, à la Jamaïque, à Cuba, tout le long de la péninsule de la Floride, chez les Apalaches, les Chicachas, de là au fort Saint-Louis ou Crève-Cœur, au fort le Sueur, et enfin chez les peuples qui habitent au delà du lac des Assiniboïls, où l'étendue des terres n'a pas encore été reconnue. *Voyez la seconde carte de la géographie.*

Cette ligne, qui n'est interrompue que par le golfe du Mexique, qu'on doit regarder comme une mer Méditerranée, peut avoir environ deux mille cinq cents lieues de longueur, et elle partage le nouveau continent en deux parties égales, dont celle qui est à gauche a 1069286 $\frac{5}{6}$ lieues carrées de surface, et celle qui est à droite en a 1070926 $\frac{4}{12}$; cette ligne, qui fait le milieu de la bande du nouveau continent, est aussi inclinée à l'équateur d'environ trente degrés, mais en sens opposé; en sorte que celle de l'ancien continent s'étendant du nord-est au sud-ouest, celle du nouveau s'étend du nord-ouest au sud-est; et toutes ces terres ensemble, tant de l'ancien que du nouveau continent, font environ 7080993 lieues carrées; ce qui n'est pas, à beaucoup près, le tiers de la surface totale du globe, qui en contient vingt-cinq millions.

On doit remarquer que ces deux lignes, qui traversent les continents dans leurs plus grandes longueurs, et qui les partagent chacun en deux parties égales, aboutissent toutes les deux au même degré de latitude septentrionale et australe. On peut aussi observer que les deux continents font des avances opposées et qui se regardent, savoir : les côtes de l'Afrique depuis les îles Canaries jusqu'aux côtes de la Guinée, et celles de l'Amérique depuis la Guiane jusqu'à l'embouchure de Rio-Janeiro.

Il paraît donc que les terres les plus anciennes du globe sont les pays qui sont aux deux côtés de ces lignes à une distance médiocre, par exemple, à deux cents ou deux cent cinquante lieues de chaque côté; et, en suivant cette idée, qui est fondée sur les observations que nous venons de rapporter, nous trouverons dans l'ancien continent que les terres les plus anciennes de l'Afrique sont celles qui s'étendent depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'à la mer Rouge et jusqu'à l'Egypte, sur une largeur d'environ cinq cents lieues, et que, par conséquent, toutes les côtes occidentales de l'Afrique, depuis la Guinée jusqu'au détroit de Gibraltar, sont des terres plus nouvelles. De même, nous reconnaîtrons qu'en Asie, si on suit la ligne sur la même largeur, les terres les plus anciennes sont l'Arabie heureuse et déserte, la Perse et la Géorgie, la Turcomanie et une partie de la Tartarie indépendante, la Circassie et une partie de la Moscovie, etc.; que, par conséquent, l'Europe est plus nouvelle, et peut-être aussi la Chine et la partie orientale de la Tartarie. Dans le nouveau continent, nous trouverons que la terre Magellanique, la partie orientale du Brésil, du pays des Amazones, de la Guiane et du Canada, sont des pays nouveaux en comparaison du Tucuman, du Pérou, de la terre ferme et des îles du golfe du Mexique, de la Floride, du Mississipi et du Mexique. On peut encore ajouter à ces observations deux faits qui sont assez remarquables : le vieux et le nouveau continent sont presque opposés l'un à l'autre; l'ancien est plus étendu au nord de l'équa-

teur qu'au sud ; au contraire, le nouveau l'est plus au sud qu'au nord de l'équateur. Le centre de l'ancien continent est à seize ou dix-huit degrés de latitude nord, et le centre du nouveau est à seize ou dix-huit degrés de latitude sud ; en sorte qu'ils semblent faits pour se contrebalancer. Il y a encore un rapport singulier entre les deux continents, quoiqu'il me paraisse plus accidentel que ceux dont je viens de parler : c'est que les deux continents seraient chacun partagés en deux parties, qui seraient toutes quatre environnées de la mer de tous côtés, sans deux petits isthmes, celui de Suez et celui de Panama.

Voilà ce que l'inspection attentive du globe peut nous fournir de plus général sur la division de la terre. Nous nous abstiendrons de faire sur cela des hypothèses et de hasarder des raisonnements qui pourraient nous conduire à de fausses conséquences : mais, comme personne n'avait considéré sous ce point de vue la division du globe, j'ai cru devoir communiquer ces remarques. Il est assez singulier que la ligne qui fait la plus grande longueur des continents terrestres, les partage en deux parties égales ; il ne l'est pas moins que ces deux lignes commencent et finissent aux mêmes degrés de latitude, et qu'elles soient toutes deux inclinées de même à l'équateur. Ces rapports peuvent tenir à quelque chose de général, que l'on découvrira peut-être, et que nous ignorons. Nous verrons dans la suite à examiner plus en détail les inégalités de la figure des continents ; il nous suffit d'observer ici que les pays les plus anciens doivent être les plus voisins de ces lignes et en même temps les plus élevés, et que les terres les plus nouvelles en doivent être les plus éloignées, et en même temps les plus basses. Ainsi, en Amérique, la terre des Amazones, la Guiane et le Canada, seront les parties les plus nouvelles : en jetant les yeux sur la carte de ce pays, on voit que les eaux y sont répandues de tous côtés, qu'il y a un grand nombre de lacs et de très-grands fleuves ; ce qui indique encore que ces terres sont nouvelles : au contraire, le Tucuman, le Pérou et le Mexique sont des pays très-élevés, fort montueux, et voisins de la ligne qui partage le continent; ce qui semble prouver qu'ils sont plus anciens que ceux dont nous venons de parler. De même toute l'Afrique est très-montueuse, et cette partie du monde est fort ancienne ; il n'y a guère que l'Égypte, la Barbarie, et les côtes occidentales de l'Afrique jusqu'au Sénégal, qu'on puisse regarder comme de nouvelles terres. L'Asie est aussi une terre ancienne, et peut-être la plus ancienne de toutes, surtout l'Arabie, la Perse et la Tartarie; mais les inégalités de cette vaste partie du monde demandent, aussi bien que celles de l'Europe, un détail que nous renvoyons à un autre article. On pourrait dire, en général, que l'Europe est un pays nouveau; la tradition sur la migration des peuples et sur l'origine des arts et des sciences paraît l'indiquer: il n'y a pas long-temps qu'elle était encore remplie de marais et couverte de forêts, au lieu que dans les pays très-anciennement habités, il y a peu de bois, peu d'eau, point de marais, beaucoup de landes et de bruyères, une grande quantité de montagnes dont les sommets sont secs et stériles ; car les hommes détruisent les bois, contraignent les eaux, resserrent les fleuves, dessèchent les marais, et avec le temps ils donnent à la terre une face toute différente de celle des pays inhabités ou nouvellement peuplés.

Les anciens ne connaissaient qu'une très-petite partie du globe ; l'Amérique entière , les terres Arctiques , la terre Australe et Magellanique, une grande partie de l'intérieur de l'Afrique, leur étaient entièrement inconnues; ils ne savaient pas que la zone torride était habitée, quoiqu'ils eussent navigué tout autour de l'Afrique; car il y a deux mille deux cents ans que Neco, roi d'Égypte, donna des vaisseaux à des Phéniciens qui partirent de la mer Rouge, côtoyèrent l'Afrique, doublèrent le cap de Bonne-Espérance, et ayant employé deux ans à faire ce voyage, ils entrèrent la troisième année dans le détroit de Gibraltar. *Voyez Hérodote, liv.* IV. Cependant les anciens ne connaissaient pas la propriété qu'a l'aimant de se diriger vers les pôles du monde, quoiqu'ils connussent celle qu'il a d'attirer le fer; ils ignoraient la cause générale du flux et du reflux de la mer; ils n'étaient pas sûrs que l'océan environnât le globe sans interruption : quelques-uns à la vérité l'ont soupçonné, mais avec si peu de fondement, qu'aucun n'a osé dire, ni même conjecturer, qu'il était possible de faire le tour du monde. Magellan a été le premier qui l'ait fait en l'année 1519, dans l'espace de onze cent vingt-quatre jours. François Drake a été le second en 1577, et il l'a fait en mille cinquante-six jours. Ensuite Thomas Cavendish a fait ce grand voyage en sept cent

soixante-dix-sept jours dans l'année 1586. Ces fameux voyageurs ont été les premiers qui aient démontré physiquement la sphéricité et l'étendue de la circonférence de la terre; car les anciens étaient aussi fort éloignés d'avoir une juste mesure de cette circonférence du globe, quoiqu'ils y eussent beaucoup travaillé. Les vents généraux et réglés, et l'usage qu'on en peut faire pour les voyages de long cours, leur étaient aussi absolument inconnus : ainsi on ne doit pas être surpris du peu de progrès qu'ils ont fait dans la géographie, puisqu'aujourd'hui, malgré toutes les connaissances que l'on a acquises par le secours des sciences mathématiques et par les découvertes des navigateurs, il reste encore bien des choses à trouver et de vastes contrées à découvrir. Presque toutes les terres qui sont du côté du pôle antarctique nous sont inconnues; on sait seulement qu'il y en a, et qu'elles sont séparées de tous les autres continents par l'océan. Il reste aussi beaucoup de pays à découvrir du côté du pôle arctique, et on est obligé d'avouer, avec quelque espèce de regret, que depuis plus d'un siècle l'ardeur pour découvrir de nouvelles terres s'est extrêmement ralentie : on a préféré, et peut-être avec raison, l'utilité qu'on a trouvée à faire valoir celles qu'on connaissait, à la gloire d'en conquérir de nouvelles.

Cependant la découverte de ces terres australes serait un grand objet de curiosité et pourrait être utile : on n'a reconnu de ce côté-là que quelques côtes, et il est fâcheux que les navigateurs qui ont voulu tenter cette découverte en différents temps, aient presque toujours été arrêtés par des glaces qui les ont empêchés de prendre terre. La brume, qui est fort considérable dans ces parages, est encore un obstacle. Cependant, malgré ces inconvénients, il est à croire qu'en partant du Cap de Bonne-Espérance en différentes saisons, on pourrait enfin reconnaître une partie de ces terres, lesquelles jusqu'ici font un monde à part.

Il y aurait encore un autre moyen, qui peut-être réussirait mieux : comme les glaces et les brumes paraissent avoir arrêté tous les navigateurs qui ont entrepris la découverte des terres Australes par l'océan Atlantique, et que les glaces se sont présentées dans l'été de ces climats aussi bien que dans les autres saisons, ne pourrait-on pas se promettre un meilleur succès en changeant de route? Il me semble qu'on pourrait tenter d'ariver à ces terres par la mer Pacifique, en partant de Baldivia ou d'un autre port de la côte du Chili, et traversant cette mer sous le cinquantième degré de latitude sud. Il n'y a aucune apparence que cette navigation, qui n'a jamais été faite, fût périlleuse : et il est probable qu'on trouverait dans cette traversée de nouvelles terres; car ce qui nous reste à connaître du côté du pôle austral est si considérable, qu'on peut, sans se tromper, l'évaluer à plus du quart de la superficie du globe, en sorte qu'il peut y avoir dans ces climats un continent terrestre aussi grand que l'Europe, l'Asie et l'Afrique prises toutes trois ensemble.

Comme nous ne connaissons point du tout cette partie du globe, nous ne pouvons pas savoir au juste la proportion qui est entre la surface de la terre et celle de la mer; seulement, autant qu'on en peut juger par l'inspection de ce qui est connu, il paraît qu'il y a plus de mer que de terre.

Si l'on veut avoir une idée de la quantité énorme d'eau que contiennent les mers, on peut supposer une profondeur commune et générale à l'océan, et en ne la faisant que de deux cents toises ou de la dixième partie d'une lieue, on verra qu'il y a assez d'eau pour couvrir le globe entier d'une hauteur de six cents pieds d'eau; et si l'on veut réduire cette eau dans une seule masse, on trouvera qu'elle fait un globe de plus de soixante lieues de diamètre.

Les navigateurs prétendent que le continent des terres australes est beaucoup plus froid que celui du pôle arctique : mais, il n'y a aucune apparence que cette opinion soit fondée et probablement elle n'a été adoptée des voyageurs que parce qu'ils ont trouvé des glaces à une latitude où l'on n'en trouve presque jamais dans nos mers septentrionales; mais cela peut venir de quelques causes particulières. On ne trouve plus de glaces dès le mois d'avril en-deçà des 67 et 68 degrés de latitude septentrionale; et les sauvages de l'Acadie et du Canada disent que quand elles ne sont pas toutes fondues dans ce mois-là, c'est une marque que le reste de l'année sera froid et pluvieux. En 1725 il n'y eut, pour ainsi dire, point d'été, et il plut presque continuellement : aussi non-seulement les glaces des mers septentrionales n'étaient pas fondues au mois d'avril au soixante-septième degré, mais même on en trouva au 15 juin vers le quarante-un ou quarante-deuxième degré. *Voy. l'Hist. de l'Acad., année* 1725.

On trouve une grande quantité de ces glaces flottantes dans la mer du Nord, surtout à quelque distance des terres ; elles viennent de la mer de Tartarie dans celle de la Nouvelle-Zemble et dans les autres endroits de la mer Glaciale. J'ai été assuré, par des gens dignes de foi, qu'un capitaine anglais, nommé Monson, au lieu de chercher un passage entre les terres du nord pour aller à la Chine, avait dirigé sa route droit au pôle, et en avait approché jusqu'à deux degrés ; que dans cette route il avait trouvé une haute mer sans aucune glace : ce qui prouve qui les glaces se forment auprès des terres et jamais en pleine mer ; car, quand même on voudrait supposer, contre toute apparence, qu'il pourrait faire assez froid au pôle pour que la superficie de la mer fût glacée, on ne concevrait pas mieux comment ces énormes glaces qui flottent pourraient se former, si elles ne trouvaient pas un point d'appui contre les terres, d'où ensuite elles se détachent par la chaleur du soleil. Les deux vaisseaux que la compagnie des Indes envoya en 1739 à la découverte des terres Australes, trouvèrent des glaces à une latitude de 47 ou 48 degrés ; mais ces glaces n'étaient pas fort éloignées des terres, puisqu'ils les reconnurent, sans cependant pouvoir y aborder. *Voyez sur cela la carte de M. Buache*, 1739. Ces glaces doivent venir des terres intérieures et voisines du pôle austral, et on peut conjecturer qu'elles suivent le cours de plusieurs grands fleuves dont ces terres inconnues sont arrosées, de même que le fleuve Oby, le Jénisca, et les autres grandes rivières qui tombent dans les mers du Nord, entraînent les glaces qui bouchent, pendant la plus grande partie de l'année, le détroit de Waigats, et rendent inabordable la mer de Tartarie par cette route, tandis qu'au dela de la Nouvelle-Zemble et plus près des pôles, où il y a peu de fleuves et de terres, les glaces sont moins communes et la mer est plus navigable ; en sorte que si on voulait encore tenter le voyage de la Chine et du Japon par les mers du Nord, il faudrait peut-être, pour s'éloigner le plus des terres et des glaces, diriger sa route droit au pôle, et chercher les plus hautes mers, où certainement il n'y a que peu ou point de glaces ; car on sait que l'eau salée peut, sans se geler, devenir beaucoup plus froide que l'eau douce glacée, et par conséquent, le froid excessif du pôle peut bien rendre l'eau de la mer plus froide que la glace, sans que pour cela la surface de la mer se gèle, d'autant plus qu'à 80 ou 82 degrés, la surface de la mer, quoique mêlée de beaucoup de neige et d'eau douce, n'est glacée qu'auprès des côtes. En recueillant les témoignages des voyageurs sur le passage de l'Europe à la Chine par la mer du Nord, il paraît qu'il existe, et que s'il a été si souvent tenté inutilement, c'est parce qu'on a toujours craint de s'éloigner des terres et de s'approcher du pôle : les voyageurs l'ont peut-être regardé comme un écueil.

Cependant, Guillaume Barents, qui avait échoué, comme bien d'autres, dans son voyage du Nord, ne doutait pas qu'il n'y eût un passage, et que s'il se fût plus éloigné des terres il n'eût trouvé une mer libre et sans glaces. Des voyageurs moscovites, envoyés par le czar pour reconnaître les mers du nord, rapportèrent que la Nouvelle-Zemble n'est point une île, mais une terre ferme du continent de la Tartarie, et qu'au nord de la Nouvelle-Zemble c'est une mer libre et ouverte. Un voyageur hollandais nous assure que la mer jette de temps en temps, sur la côte de Corée et du Japon, des baleines qui ont sur le dos des harpons anglais et hollandais. Un autre Hollandais a prétendu avoir été jusque sous le pôle, et assurait qu'il y faisait aussi chaud qu'il fait à Amsterdam en été. Un Anglais nommé Goulden, qui avait fait plus de trente voyages en Groënland, rapporta au roi Charles II que deux vaisseaux hollandais avec lesquels il faisait voile, n'ayant point trouvé de baleines à la côte de l'île d'Edges, résolurent d'aller plus au nord, et qu'étant de retour au bout de quinze jours, ces Hollandais lui dirent qu'ils avaient été jusqu'au 89me degré de latitude, c'est-à-dire à un degré du pôle, et que là ils n'avaient point trouvé de glaces, mais une mer libre et ouverte, fort profonde et semblable à celle de la baie de Biscaye, et qu'ils lui montrèrent quatre journaux des deux vaisseaux, qui attestaient la même chose, et s'accordaient à fort peu de chose près. Enfin, il est rapporté dans les Transactions philosophiques que deux navigateurs qui avaient entrepris de découvrir ce passage, firent une route de trois cents lieues à l'orient de la Nouvelle-Zemble ; mais, qu'étant de retour, la compagnie des Indes, qui avait intérêt que ce passage ne fût pas découvert, empêcha ces navigateurs de retourner. *Voyez le Recueil des voyages du Nord*, *page* 200. Mais la compagnie des Indes de Hollande

crut au contraire qu'il était de son intérêt de trouver ce passage : l'ayant tenté inutilement du côté de l'Europe, elle le fit chercher du côté du Japon; et elle aurait apparemment réussi, si l'empereur du Japon n'eût pas interdit aux étrangers toute navigation du côté des terres de Jesso. Ce passage ne peut donc se trouver qu'en allant droit au pôle au-delà de Spitzberg, ou bien en suivant le milieu de la haute mer, entre la Nouvelle-Zemble et Spitzberg, sous le 79me degré de latitude. Si cette mer a une largeur considérable, on ne doit pas craindre de la trouver glacée à cette latitude, et pas même sous le pôle, par les raisons que nous avons alléguées. En effet, il n'y a pas d'exemple qu'on ait trouvé la surface de la mer glacée au large et à une distance considérable des côtes : le seul exemple d'une mer totalement glacée est celui de la mer Noire; elle est étroite et peu salée, et elle reçoit une très-grande quantité de fleuves qui viennent des terres septentrionales, et qui y apportent des glaces : aussi elle gèle quelquefois au point que sa surface est entièrement glacée, même à une profondeur considérable; et, si on en croit les historiens, elle gela, du temps de l'empereur Copronyme, de trente coudées d'épaisseur, sans compter vingt coudées de neiges qu'il y avait par-dessus la glace. Ce fait me paraît exagéré; mais il est sûr qu'elle gèle presque tous les hivers, tandis que les hautes mers, qui sont de mille lieues plus près du pôle, ne gèlent pas; ce qui ne peut venir que de la différence de la salure et du peu de glaces qu'elles reçoivent par les fleuves en comparaison de la quantité énorme de glaçons qu'ils transportent dans la mer Noire.

Ces glaces, que l'on regarde comme des barrières qui s'opposent à la navigation vers les pôles et à la découverte des terres australes, prouvent seulement qu'il y a de très-grands fleuves dans le voisinage des climats où on les a rencontrées : par conséquent elles nous indiquent aussi qu'il y a de vastes continents d'où ces fleuves tirent leur origine, et on ne doit pas se décourager à la vue de ces obstacles; car, si l'on y fait attention, l'on reconnaîtra aisément que ces glaces ne doivent être que dans certains endroits particuliers; qu'il est presque impossible que dans le cercle entier que nous pouvons imaginer terminer les terres australes du côté de l'équateur, il y ait partout de grands fleuves qui charrient des glaces, et que, par conséquent, il y a grande apparence qu'on réussirait en dirigeant sa route vers quelque autre point de ce cercle. D'ailleurs, la description que nous ont donnée Dampier et quelques autres voyageurs, du terrain de la Nouvelle-Hollande, nous peut faire soupçonner que cette partie du globe qui avoisine les terres australes, et qui peut-être en fait partie, est un pays moins ancien que le reste de ce continent inconnu. La Nouvelle-Hollande est une terre basse, sans eaux, sans montagnes, peu habitée, dont les naturels sont sauvages et sans industrie; tout cela concourt à nous faire penser qu'ils pourraient être dans ce continent à peu près ce que les sauvages des Amazones ou du Paraguay sont en Amérique. On a trouvé des hommes policés, des empires et des rois au Pérou, au Mexique, c'est-à-dire dans les contrées de l'Amérique les plus élevées, et par conséquent les plus anciennes; les Sauvages, au contraire, se sont trouvés dans les contrées les plus basses et les plus nouvelles. Ainsi on peut présumer que dans l'intérieur des terres australes on trouverait aussi des hommes réunis en société dans les contrées élevées, d'où ces grands fleuves qui amènent à la mer ces glaces prodigieuses tirent leur source.

L'intérieur de l'Afrique nous est inconnu, presque autant qu'il l'était aux anciens : ils avaient, comme nous, fait le tour de cette presqu'île par mer; mais, à la vérité, ils ne nous avaient laissé ni cartes ni descriptions de ces côtes. Pline nous dit qu'on avait, dès le temps d'Alexandre, fait le tour de l'Afrique; qu'on avait reconnu dans la mer d'Arabie des débris de vaisseaux espagnols; et que Hannon, général carthaginois, avait fait le voyage depuis Gades jusqu'à la mer d'Arabie, qu'il avait même donné par écrit la relation de ce voyage. Outre cela, dit-il, Cornelius Nepos nous apprend que de son temps, un certain Eudoxe, persécuté par le roi Lathurus, fut obligé de s'enfuir; qu'étant parti du golfe Arabique, il était arrivé à Gades, et qu'avant ce temps on commerçait d'Espagne en Ethiopie par mer. *Voyez Plin. Hist. Nat., tom. I, lib. 2.* Cependant, malgré ces témoignages des anciens, on s'était persuadé qu'ils n'avaient jamais doublé le cap de Bonne-Espérance, et l'on a regardé comme une découverte nouvelle cette route que les Portugais ont prise les premiers pour aller aux Grandes-Indes. On ne sera peut-être pas fâché de voir ce qu'on en croyait dans le neuvième siècle.

« On a découvert de notre temps une chose « toute nouvelle, et qui était inconnue autrefois « à ceux qui ont vécu avant nous. Personne ne « croyait que la mer qui s'étend depuis les Indes jusqu'à la Chine eût communication avec la « mer de Syrie, et on ne pouvait se mettre cela « dans l'esprit. Voici ce qui est arrivé de notre « temps, selon ce que nous en avons appris. « On a trouvé dans la mer de *Roum* ou Méditerranée les débris d'un vaisseau arabe que « la tempête avait brisé, et tous ceux qui le « montaient étant péris, les flots l'ayant mis « en pièces, elles furent portées par le vent et « par la vague jusque dans la mer des Cozars, « et de là au canal de la mer Méditerranée, d'où « elles furent enfin jetées sur la côte de Syrie. « Cela fait voir que la mer environne tout le pays « de la Chine et de Cila, l'extrémité de Turquestan et le pays des Cozars; qu'ensuite elle « coule par le détroit jusqu'à ce qu'elle baigne « la côte de Syrie. La preuve est tirée de la « construction du vaisseau dont nous venons « de parler; car il n'y a que les vaisseaux de Siraf dont la fabrique est telle, que les bordages ne sont point cloués, mais joints ensemble d'une manière particulière, de même que « s'ils étaient cousus; au lieu que ceux de tous « les vaisseaux de la mer Méditerranée et de « la côte de Syrie sont cloués, et ne sont pas « joints de cette manière. » *Voyez les anciennes relations des voyages faits par terre à la Chine, pages* 53 et 54.

Voici ce qu'ajoute le traducteur de cette ancienne relation :

« Abuziel remarque comme une chose nouvelle et fort extraordinaire, qu'un vaisseau « fut porté de la mer des Indes sur les côtes de « Syrie. Pour trouver le passage dans la mer « Méditerranée, il suppose qu'il y a une grande « étendue de mer au-dessus de la Chine, qui a « communication avec la mer des Cozars, c'est-à-dire de Moscovie. La mer qui est au-delà « du cap des Courants était entièrement inconnue aux Arabes, à cause du péril extrême de « la navigation; et le continent était habité par « des peuples si barbares, qu'il n'était pas facile « de les soumettre, ni même de les civiliser par « le commerce. Les Portugais ne trouvèrent depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'à Sofala aucuns Maures établis, comme ils en « trouvèrent depuis dans toutes les villes maritimes jusqu'à la Chine. Cette ville était la dernière que connaissaient les géographes; mais « ils ne pouvaient dire si la mer avait communication par l'extrémité de l'Afrique avec la « mer de Barbarie, et ils se contentaient de la « décrire jusqu'à la côte de *Zinge*, qui est celle « de la Cafrerie : c'est pourquoi nous ne pouvons douter que la première découverte du « passage de cette mer par le cap de Bonne-Espérance n'ait été faite par les Européens, sous « la conduite de Vasco de Gama, ou au moins « quelques années avant qu'il doublât le Cap, « s'il est vrai qu'il se soit trouvé des cartes marines plus anciennes que cette navigation, « où le Cap était marqué sous le nom de *Fronteira da Afriqua*. Antoine Galvan témoigne, « sur le rapport de Francisco de Sousa Tavares, « qu'en 1528 l'infant don Fernand lui fit voir « une semblable carte qui se trouvait dans le « monastère d'Acoboça, et qui était faite il y « avait cent vingt ans, peut-être sur celle qu'on « dit être à Venise dans le trésor de St-Marc, et « qu'on croit avoir été copiée sur celle de Marc-Paolo, qui marque aussi la pointe de l'Afrique, selon le témoignage de Ramusio, etc. » L'ignorance de ces siècles, au sujet de la navigation autour de l'Afrique, paraîtra peut-être moins singulière que le silence de l'éditeur de cette ancienne relation au sujet des passages d'Hérodote, de Pline, etc., que nous avons cités, et qui prouvent que les anciens avaient fait le tour de l'Afrique.

Quoi qu'il en soit, les côtes de l'Afrique nous sont actuellement bien connues; mais, quelques tentatives qu'on ait faites pour pénétrer dans l'intérieur du pays, on n'a pu parvenir à le connaître assez pour en donner des relations exactes. Il serait cependant fort à souhaiter que, par le Sénégal ou par quelque autre fleuve, on pût remonter bien avant dans les terres et s'y établir : on y trouverait, selon toutes les apparences, un pays aussi riche en mines précieuses que l'est le Pérou ou le Brésil; car on sait que les fleuves de l'Afrique charrient beaucoup d'or; et, comme ce continent est un pays de montagnes très-élevées, et que d'ailleurs il est situé sous l'équateur, il n'est pas douteux qu'il ne contienne, aussi bien que l'Amérique, les mines des métaux les plus pesants, et les pierres les plus compactes et les plus dures.

La vaste étendue de la Tartarie septentrionale et orientale n'a été reconnue que dans ces derniers temps. Si les cartes des Moscovites sont

justes, on connait à présent les côtes de toute cette partie de l'Asie, et il paraît que depuis la pointe de la Tartarie orientale jusqu'à l'Amérique septentrionale, il n'y a guère qu'un espace de quatre ou cinq cents lieues : on a même prétendu tout nouvellement que ce trajet était bien plus court : car dans la Gazette d'Amsterdam du 24 janvier 1747, il est dit, à l'article de Pétersbourg, que M. Stoller avait découvert, au-delà de Kamtschatka, une des iles de l'Amérique septentrionale, et qu'il avait démontré qu'on pouvait y aller des terres de l'empire de Russie par un petit trajet. Des jésuites et d'autres missionnaires ont aussi prétendu avoir reconnu en Tartarie des sauvages qu'ils avaient catéchisés en Amérique, ce qui supposerait en effet que le trajet serait encore bien plus court. *Voyez l'Histoire de la Nouvelle-France par le P. Charlevoix, tome* 3, *pages* 30 et 31. Cet auteur prétend même que les deux continents de l'ancien et du nouveau monde se joignent par le nord, et il dit que les dernières navigations des Japonais donnent lieu de juger que le trajet dont nous avons parlé n'est qu'une baie au-dessus de laquelle on peut passer par terre d'Asie en Amérique : mais cela demande confirmation ; car, jusqu'à présent, on a cru avec quelque sorte de vraisemblance que le continent du pôle arctique est séparé en entier des autres continents, aussi bien que celui du pôle antarctique.

L'astronomie et l'art de la navigation sont portés à un si haut point de perfection, qu'on peut raisonnablement espérer d'avoir un jour une connaissance exacte de la surface entière du globe. Les anciens n'en connaissaient qu'une assez petite partie, parce que, n'ayant pas la boussole, ils n'osaient se hasarder dans les hautes mers. Je sais bien que quelques gens ont prétendu que les Arabes avaient inventé la boussole, et s'en étaient servis longtemps avant nous pour voyager sur la mer des Indes, et commercer jusqu'à la Chine (*Voyez l'Abrégé de l'histoire des Sarrasins de Bergeron*, page 119) : mais cette opinion m'a toujours paru dénuée de toute vraisemblance ; car il n'y a aucun mot dans les langues arabe, turque ou persane, qui puisse signifier la boussole ; ils se servent du mot italien *bossola* : ils ne savent pas même encore aujourd'hui faire des boussoles ni aimanter les aiguilles, et ils achètent des Européens celles dont ils se servent. Ce que dit le père Martini, au sujet de cette invention, ne me paraît guère mieux fondé ; il prétend que les Chinois connaissaient la boussole depuis plus de trois mille ans (*Voy. Hist. Sinica*, pag. 106). Mais si cela est, comment est-il arrivé qu'ils en aient fait si peu d'usage? pourquoi prenaient-ils dans leurs voyages à la Cochinchine une route beaucoup plus longue qu'il n'était nécessaire? pourquoi se bornaient-ils à faire toujours les mêmes voyages, dont les plus grands étaient à Java et à Sumatra? et pourquoi n'auraient-ils pas découvert, avant les Européens, une infinité d'iles abondantes et de terres fertiles dont ils sont voisins, s'ils avaient eu l'art de naviguer en pleine mer? Car, peu d'années après la découverte de cette merveilleuse propriété de l'aimant, les Portugais firent de très-grands voyages : ils doublèrent le cap de Bonne-Espérance ; ils traversèrent les mers de l'Afrique et des Indes ; et tandis qu'ils dirigeaient toutes leurs vues du côté de l'orient et du midi, Christophe Colomb tourna les siennes vers l'occident.

Pour peu qu'on y fît attention, il était fort aisé de deviner qu'il y avait des espaces immenses vers l'occident : car, en comparant la partie connue du globe, par exemple, la distance de l'Espagne à la Chine, et faisant attention au mouvement de révolution ou de la terre ou du ciel, il était aisé de voir qu'il restait à découvrir une bien plus grande étendue vers l'occident, que celle qu'on connaissait vers l'orient. Ce n'est donc pas par le défaut des connaissances astronomiques que les anciens n'ont pas trouvé le Nouveau-Monde, mais uniquement par le défaut de la boussole : les passages de Platon et d'Aristote, où ils parlent de terres fort éloignées au delà des colonnes d'Hercule, semblent indiquer que quelques navigateurs avaient été poussés par la tempête jusqu'en Amérique, d'où ils n'étaient revenus qu'avec des peines infinies ; et on peut conjecturer que, quand même les anciens auraient été persuadés de l'existence de ce continent par la relation de ces navigateurs, ils n'auraient pas même pensé qu'il fût possible de s'y frayer des routes, n'ayant aucun guide, aucune connaissance de la boussole.

J'avoue qu'il n'est pas absolument impossible de voyager dans les hautes mers sans boussole, et que des gens bien déterminés auraient pu entreprendre d'aller chercher le Nouveau-Monde en se conduisant seulement par les étoiles voi-

sines du pôle. L'astrolabe surtout étant connu des anciens, il pouvait leur venir dans l'esprit de partir de France ou d'Espagne, et de faire route vers l'occident, en laissant toujours l'étoile polaire à droite, et en prenant souvent hauteur pour se conduire à peu près sous le même parallèle : c'est sans doute de cette façon que les Carthaginois, dont parle Aristote, trouvèrent le moyen de revenir de ces terres éloignées, en laissant l'étoile polaire à gauche ; mais on doit convenir qu'un pareil voyage ne pouvait être regardé que comme une entreprise téméraire, et que, par conséquent, nous ne devons pas être étonnés que les anciens n'en aient pas même conçu le projet.

On avait déjà découvert, du temps de Christophe Colomb, les Açores, les Canaries, Madère : on avait remarqué que lorsque les vents d'ouest avaient régné longtemps, la mer amenait sur les côtes de ces îles des morceaux de bois étrangers, des cannes d'une espèce inconnue, et même des corps morts qu'on reconnaissait à plusieurs signes n'être ni Européens ni Africains. (Voy. *l'Histoire de Saint-Domingue*, par le P. Charlevoix, tome I, pages 66 et suiv.) Colomb lui-même remarqua que, du côté de l'ouest, il venait certains vents qui ne duraient que quelques jours, et qu'il se persuada être des vents de terre; cependant, quoiqu'il eût sur les anciens tous ces avantages et la boussole, les difficultés qui restaient à vaincre étaient encore si grandes, qu'il n'y avait que le succès qui pût justifier l'entreprise : car, supposons pour un instant que le continent du Nouveau-Monde eût été plus éloigné; par exemple, à mille ou quinze cents lieues plus loin qu'il n'est en effet, chose que Colomb ne pouvait ni savoir, ni prévoir, il n'y serait pas arrivé, et peut-être ce grand pays serait-il encore inconnu. Cette conjecture est d'autant mieux fondée, que Colomb, quoique le plus habile navigateur de son siècle, fut saisi de frayeur et d'étonnement dans son second voyage au Nouveau-Monde; car, comme la première fois il n'avait trouvé que des îles, il dirigea sa route plus au midi, pour tâcher de découvrir une terre ferme, et il fut arrêté par les courants, dont l'étendue considérable et la direction toujours opposée à sa route, l'obligèrent à retourner pour chercher terre à l'occident: il s'imaginait que ce qui l'avait empêché d'avancer du côté du midi, n'était pas des courants, mais que la mer allait en s'élevant vers le ciel, et que peut-être l'un et l'autre se touchaient du côté du midi : tant il est vrai que dans les trop grandes entreprises la plus petite circonstance malheureuse peut tourner la tête et abattre le courage!

ADDITIONS ET CORRECTIONS

À L'ARTICLE QUI A POUR TITRE,

GÉOGRAPHIE.

Sur l'étendue des Continents terrestres.

J'ai dit que la ligne *que l'on peut tirer dans la plus grande longueur de l'ancien continent est d'environ trois mille six cents lieues*. J'ai entendu des lieues comme on les compte aux environs de Paris, de deux mille ou deux mille cinq cents toises chacune, et qui sont d'environ vingt-sept au degré.

Au reste, dans cet article de géographie générale, j'ai tâché d'apporter l'exactitude que demandent des sujets de cette espèce; néanmoins il s'y est glissé quelques petites erreurs et quelques négligences. Par exemple, 1° je n'ai pas donné les noms adoptés ou imposés par les Français à plusieurs contrées de l'Amérique; j'ai suivi en tout les globes anglais faits par *Senex*, de deux pieds de diamètre, sur lesquels les cartes que j'ai données ont été copiées exactement. Les Anglais sont plus justes que nous à l'égard des nations qui leur sont indifférentes; ils conservent à chaque pays le nom originaire, ou celui que leur a donné le premier qui les a découverts. Au contraire, nous donnons souvent nos noms français à tous les pays où nous abordons, et c'est de là que vient l'obscurité de la nomenclature géographique dans notre langue. Mais, comme les lignes qui traversent les deux continents dans leur plus grande longueur sont bien indiquées dans mes cartes, par les deux points extrêmes, et par plusieurs autres point intermédiaires, dont les noms sont généralement adoptés, il ne peut y avoir sur cela aucune équivoque essentielle.

2° J'ai aussi négligé de donner le détail du calcul de la superficie des deux continents, parce qu'il est aisé de le vérifier sur un grand globe. Mais, comme on a paru désirer ce calcul, le

voici[1], tel que M. Robert de Vaugondi me l'a remis dans le temps. On verra qu'il en résulte en effet, que dans la partie qui est à gauche de la ligne de partage, il y a 2471092 $\frac{3}{4}$ lieues carrées, et 2469687 lieues carrées dans la partie qui est à droite de la même ligne, et que, par conséquent, l'ancien continent contient en tout environ 4940780 lieues carrées, ce qui ne fait pas une cinquième partie de la surface du globe.

Et de même, la partie à gauche de la ligne de partage dans le nouveau continent contient 1069286 $\frac{5}{6}$ lieues carrées; et celle qui est a droite de la mêmeligne, en contient 1070926 $\frac{1}{12}$, en tout 2140213 lieues environ : ce qui ne fait pas la moitiéde la surface de l'ancien continent. Et les deux continents ensemble ne contenant que 7,080,993 lieues carrées, leur superficie ne fait pas à beaucoup près le tiers de la surface totale du globe, qui est environ de 26 millions de lieues carrées.

3° J'aurais dû donner la petite différence d'inclinaison qui se trouve entre les deux lignes qui partagent les deux continents ; je me suis contenté de dire qu'elles étaient l'une et l'autre inclinées à l'équateur d'environ 30 degrés en sens opposés. Ceci n'est en effet qu'un environ, celle de l'ancien continent l'étant d'un peu plus de 30 degrés, et celle du nouveau l'étant un peu moins. Si je me fusse expliqué comme je viens de le faire, j'aurais évité l'imputation qu'on m'a faite d'avoir tiré deux lignes d'inégale longueur sous le même angle entre deux parellèles : ce qui prouverait, comme l'a dit un critique anonyme[1], que je ne sais pas les éléments de la géométrie.

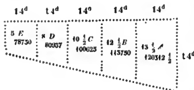
4° J'ai négligé de distinguer la haute et la basse Égypte : en sorte que, dans les pages 108 et 109, il y a une apparence de contradiction ; il semble que, dans le premier de ces endroits, l'Égypte soit mise au rang des terres les plus anciennes; tandis que, dans le second, je la mets au rang de plus nouvelles. J'ai eu tort de n'avoir pas, dans ce passage, distingué, comme je l'ai fait ailleurs, la Haute-Égypte, qui est en effet une terre très-ancienne, de la Basse-Égypte, qui est, au contraire, une terre très-nouvelle.

Sur la forme des Continents.

Voici ce que dit sur la figure des continents l'ingénieux auteur de l'*Histoire philosophique et politique des deux Indes* :

« On croit être sûr aujourd'hui que le nouveau continent n'a pas la moitié de la surface « du nôtre; leurs figures d'ailleurs offrent des « ressemblances singulières..... Ils paraissent

[1] *Calcul de notre continent par lieues géométriques carrées, le degré d'un grand cercle étant de vingt-cinq lieues.*



Calcul de la moitié à gauche.		Calcul de la moitié à droite.	
$A \times 3$ =....	360937$\frac{1}{2}$	$A \times 3$ =....	360937$\frac{1}{2}$
$A \times 3\frac{1}{2}$ =....	421093$\frac{3}{4}$	$A \times 4$ =....	420312
$B \times 3\frac{1}{2}$ =....	398125	$B \times 4$ =....	443750
$B \times 4$ =....	455000	$B \times 4\frac{1}{3}$ =....	492916$\frac{2}{3}$
$C \times 2$ =....	201250	$C \times 4$ =....	400625
$C \times 3$ =....	301875	$C \times 4\frac{1}{3}$ =....	436041$\frac{2}{3}$
$D \times 1$ =....	80937$\frac{1}{2}$	$D \times 1$ =....	80937$\frac{1}{2}$
$D \times 2$ =....	161874	$D \times 4\frac{1}{6}$ =....	330729
$E \times 1$ =....	78750	$E \times 1$ =....	78750
$E \times 0\frac{4}{7}$ =....	44250	$E \times 4\frac{1}{4}$ =....	334687$\frac{1}{2}$
	2471092$\frac{3}{4}$		2469687

De............ 2471092 $\frac{3}{4}$
Otez.......... 2469687

Différence..... 1405 $\frac{3}{4}$ } qui ne fait presque qu'un degré et demi en carré.

Calcul du continent de l'Amérique, suivant les mêmes mesures que les précédentes.

Calcul de la moitié à gauche.		Calcul de la moitié à droite.	
$D \times 2$ =....	161965	$D \times 2\frac{2}{3}$ =....	215833$\frac{1}{3}$
$C \times 2$ =....	201250	$C \times 2\frac{2}{3}$ =....	225406$\frac{1}{4}$
$B \times 2$ =....	227500	$A \times 0\frac{1}{5}$ =....	24062
$A \times 0\frac{1}{2}$ =....	60156$\frac{1}{4}$	$A \times 1\frac{1}{5}$ =....	144375
$A \times 0\frac{2}{3}$ =....	80208$\frac{1}{3}$	$B \times 2$ =....	227500
$B \times 0\frac{5}{6}$ =....	94000	$C \times 2\frac{1}{3}$ =....	248020
$C \times 1\frac{1}{6}$ =....	125801$\frac{1}{6}$	$D \times 0\frac{1}{5}$ =....	15750
$D \times 2$ =....	121406		
	1069286$\frac{5}{6}$		1070926$\frac{1}{12}$

De .... 1070926 $\frac{1}{12}$
Otez.......... 1069286 $\frac{5}{6}$

Différence.... 1639 $\frac{1}{4}$ } qui ne fait que la valeur de 1 degré $\frac{1}{3}$ carré.

Superficie du nouveau continent. 2140213
Superficie de l'ancien continent. 4940780

TOTAL............. 7080993 lieues carrées.

[1] Lettre à un Américain.

« former comme deux bandes de terre qui partent du pôle arctique, et vont se terminer au midi, séparées à l'est et à l'ouest par l'océan qui les environne. Quels que soient, et la structure de ces deux bandes, et le balancement ou la symétrie qui règne dans leur figure, on voit bien que leur équilibre ne dépend pas de leur position : c'est l'inconstance de la mer qui fait la solidité de la terre. Pour fixer le globe sur sa base, il fallait, ce me semble, un élément qui, flottant sans cesse autour de notre planète, pût contre-balancer par sa pesanteur toutes les autres substances, et par sa fluidité ramener cet équilibre que le combat et le choc des autres éléments auraient pu renverser. L'eau, par la mobilité de sa nature et par sa gravité tout ensemble, est infiniment propre à entretenir cette harmonie et ce balancement des parties du globe autour de son centre...

« Si les eaux qui baignent encore les entrailles du nouvel hémisphère n'en avaient pas inondé la surface, l'homme y aurait de bonne heure coupé les bois, desséché les marais, consolidé un sol pâteux,.... ouvert une issue aux vents, et donné des digues aux fleuves ; le climat y eût déjà changé. Mais un hémisphère en friche et dépeuplé ne peut annoncer qu'un monde récent, lorsque la mer voisine de ces côtes serpente encore sourdement dans ses veines. »

Nous observerons, à ce sujet, que, quoiqu'il y ait plus d'eau sur la surface de l'Amérique que sur celle des autres parties du monde, on ne doit pas en conclure qu'une mer intérieure soit contenue dans les entrailles de cette nouvelle terre. On doit se borner à inférer de cette grande quantité de lacs, de marais, de larges fleuves, que l'Amérique n'a été peuplée qu'après l'Asie, l'Afrique et l'Europe, où les eaux stagnantes sont en bien moindre quantité ; d'ailleurs, il y a mille autres indices qui démontrent qu'en général on doit regarder le continent de l'Amérique comme une terre nouvelle, dans laquelle la nature n'a pas eu le temps d'acquérir toutes ses forces, ni celui de les manifester par une très-nombreuse population.

Sur les Terres Australes.

J'ajouterai à ce que j'ai dit des terres australes, que depuis quelques années on a fait de nouvelles tentatives pour y aborder, et qu'on en a même découvert quelques points après être parti, soit du cap de Bonne-Espérance, soit de l'Ile-de-France, mais que ces nouveaux voyageurs ont également trouvé des brumes, de la neige et des glaces dès le quarante-sixième ou le quarante-septième degré. Après avoir conféré avec quelques-uns d'entre eux, et ayant pris d'ailleurs toutes les informations que j'ai pu recueillir, j'ai vu qu'ils s'accordent sur ce fait, et que tous ont également trouvé des glaces et des latitudes beaucoup moins élevées qu'on n'en trouve dans l'hémisphère boréal ; ils ont aussi tous également trouvé des brumes à ces mêmes latitudes, où ils ont rencontré des glaces, et cela dans la saison même de l'été de ces climats : il est donc très-probable qu'au-delà du 50e degré on chercherait en vain des terres tempérées dans cet hémisphère austral, où le refroidissement glacial s'est étendu beaucoup plus loin que dans l'hémisphère boréal. La brume est un effet produit par la présence ou par le voisinage des glaces ; c'est un brouillard épais, une espèce de neige très-fine, suspendue dans l'air et qui le rend obscur : elle accompagne souvent les grandes glaces flottantes, et elle est perpétuelle sur les plages glacées.

Au reste, les Anglais ont fait tout nouvellement le tour de la Nouvelle-Hollande et de la Nouvelle-Zélande. Ces terres australes sont d'une étendue plus grande que l'Europe entière. Celles de la Zélande sont divisées en plusieurs îles : mais celles de la Nouvelle-Hollande doivent plutôt être regardées comme une partie du continent de l'Asie, que comme une île du continent austral ; car la Nouvelle-Hollande n'est séparée que par un petit détroit de la terre des Papous ou Nouvelle-Guinée, et tout l'Archipel qui s'étend depuis les Philippines vers le sud, jusqu'à la terre d'Arnheim dans la Nouvelle-Hollande et jusqu'à Sumatra et Java, vers l'occident et le midi, paraît autant appartenir à ce continent de la Nouvelle-Hollande, qu'au continent de l'Asie méridionale.

M. le capitaine Cook, qu'on doit regarder comme le plus grand navigateur de ce siècle, et auquel l'on est redevable d'un nombre infini de nouvelles découvertes, a non-seulement donné la carte des côtes de la Zélande et de la Nouvelle-Hollande, mais il a encore reconnu une grande étendue de mer dans la partie australe voisine de l'Amérique ; il est parti de la pointe même de l'Amérique le 30 janvier 1769, et il a

parcouru un grand espace sous le soixantième degré sans avoir trouvé des terres. On peut voir, dans la carte qu'il en a donnée, l'étendue de mer qu'il a reconnue; et sa route démontre que s'il existe des terres dans cette partie du globe, elles sont fort éloignées du continent de l'Amérique, puisque la Nouvelle-Zélande, située entre le trente-cinquième et le quarante-cinquième degré de latitude, en est elle-même très-éloignée : mais il faut espérer que quelques autres navigateurs, marchant sur les traces du capitaine Cook, chercheront à parcourir ces mers australes sous le cinquantième degré, et qu'on ne tardera pas à savoir si ces parages immenses, qui ont plus de deux mille lieues d'étendue, sont des terres ou des mers; néanmoins je ne présume pas qu'au-delà du cinquantième degré les régions australes soient assez tempérées pour que leur découverte pût nous être utile.

Sur l'invention de la boussole.

Au sujet de l'invention de la boussole, je dois ajouter que, par le témoignage des auteurs chinois, dont MM. Le Roux et de Guignes ont fait l'extrait, il paraît certain que la propriété qu'a le fer aimanté de se diriger vers les pôles, a été très-anciennement connue des Chinois. La forme de ces premières boussoles était une figure d'homme qui tournait sur un pivot, et dont le bras droit montrait toujours le midi. Le temps de cette invention, suivant certaines chroniques de la Chine, est 1115 ans avant l'ère chrétienne, et 2700 ans selon d'autres. (*Voyez l'extrait des Annales de la Chine, par MM. Le Roux et de Guignes.*) Mais malgré l'ancienneté de cette découverte, il ne paraît pas que les Chinois en aient jamais tiré l'avantage de faire de longs voyages.

Homère, dans l'*Odyssée*, dit que les Grecs se servirent de l'aimant pour diriger leur navigation lors du siége de Troie; et cette époque est à peu près la même que celle des chroniques chinoises. Ainsi, l'on ne peut guère douter que la direction de l'aimant vers le pôle, et même l'usage de la boussole pour la navigation, ne soient des connaissances anciennes, et qui datent de trois mille ans au moins.

Sur la découverte de l'Amérique.

Sur ce que j'ai dit de la découverte de l'Amérique, un critique, plus judicieux que l'auteur des *Lettres à un Américain*, m'a reproché l'espèce de tort que je fais à la mémoire d'un aussi grand homme que Christophe Colomb. *C'est*, dit-il, *le confondre avec ses matelots, que de penser qu'il a pu croire que la mer s'élevait vers le ciel, et que peut-être l'un et l'autre se touchaient du côté du midi.* Je souscris de bonne grâce à cette critique, qui me paraît juste : j'aurais dû atténuer ce fait, que j'ai tiré de quelque relation; car il est à présumer que ce grand navigateur devait avoir une notion très-distincte de la figure du globe, tant par ses propres voyages que par ceux des Portugais au cap de Bonne-Espérance et aux Indes orientales. Cependant on sait que Colomb, lorsqu'il fut arrivé aux terres du nouveau continent, se croyait peu éloigné de celles de l'orient de l'Asie. Comme l'on n'avait pas encore fait le tour du monde, il ne pouvait en connaître la circonférence, et ne jugeait pas la terre aussi étendue qu'elle l'est en effet. D'ailleurs il faut avouer que ce premier navigateur vers l'occident ne pouvait qu'être étonné de voir qu'au-dessous des Antilles il ne lui était pas possible de gagner les plages du midi, et qu'il était continuellement repoussé. Cet obstacle subsiste encore aujourd'hui; on ne peut aller des Antilles à la Guiane dans aucune saison, tant les courants sont rapides et constamment dirigés de la Guiane à ces îles. Il faut deux mois pour le retour, tandis qu'il ne faut que cinq ou six jours pour venir de la Guiane aux Antilles; pour retourner, on est obligé de prendre le large à une très-grande distance du côté de notre continent, d'où l'on dirige sa navigation vers la terre-ferme de l'Amérique méridionale. Ces courants rapides et constants de la Guiane aux Antilles sont si violents, qu'on ne peut les surmonter à l'aide du vent; et comme cela est sans exemple dans la mer Atlantique, il n'est pas surprenant que Colomb qui cherchait à vaincre ce nouvel obstacle, et qui, malgré toutes les ressources de son génie et de ses connaissances dans l'art de la navigation, ne pouvait avancer vers ces plages du midi, n'ait pensé qu'il y avait quelque chose de très-extraordinaire, et peut-être une élévation plus grande dans cette partie de la mer que dans aucune autre; car ces courants de la Guiane aux Antilles coulent réellement avec autant de rapidité que s'ils descendaient d'un lieu plus élevé pour arriver à un endroit plus bas.

Les rivières dont le mouvement peut causer

les courants de Cayenne aux Antilles, sont :

1° Le fleuve des Amazones, dont l'impétuosité est très-grande, l'embouchure large de soixante-dix lieues, et la direction plus au nord qu'au sud.

2° La rivière Ouassa, rapide et dirigée de même, et d'à peu près une lieue d'embouchure.

3° L'Oyapok, encore plus rapide que l'Ouassa, et venant de plus loin, avec une embouchure à peu près égale.

4° L'Aprouak, à peu près de même étendue de cours et d'embouchure que l'Ouassa.

5° La rivière Kaw, qui est plus petite, tant de cours que d'embouchure, mais très-rapide quoiqu'elle ne vienne que d'une savane noyée à vingt-cinq ou trente lieues de la mer.

6° L'Oyak, qui est une rivière très-considérable, qui se sépare en deux branches à son embouchure, pour former l'île de Cayenne. Cette rivière Oyak en reçoit une autre à vingt ou vingt-cinq lieues de distance, qu'on appelle l'Oraput, laquelle est très-impétueuse et qui prend sa source dans une montagne de rochers, d'où elle descend par des torrents très-rapides.

7° L'un des bras de l'Oyak se réunit près de son embouchure avec la rivière de Cayenne, et ces deux rivières réunies ont plus d'une lieue de largeur; l'autre bras de l'Oyak n'a guère qu'une demi-lieue.

8° La rivière de Kouron, qui est tres-rapide et qui a plus d'une demi-lieue de largeur vers son embouchure, sans compter le Maconsia, qui ne vient pas de loin, mais qui ne laisse pas de fournir beaucoup d'eau.

9° Le Sinamari, dont le lit est assez serré, mais qui est d'une grande impétuosité, et qui vient de fort loin.

10° Le fleuve Maroni, dans lequel on a remonté très-haut, quoiqu'il soit de la plus grande rapidité. Il a plus d'une lieue d'embouchure, et c'est, après l'Amazone, le fleuve qui fournit la plus grande quantité d'eau. Son embouchure est nette, au lieu que les embouchures de l'Amazone et de l'Orénoque sont semées d'une grande quantité d'îles.

11° Les rivières de Surinam, de Berbiché et d'Essequebo, et quelques autres jusqu'à l'Orénoque, qui, comme l'on sait, est un fleuve très-grand. Il paraît que c'est de leurs limons accumulés et des terres que ces rivières ont entraînées des montagnes, que sont formées toutes les parties basses de ce vaste continent, dans le milieu duquel on ne trouve que quelques montagnes, dont la plupart ont été des volcans, et qui sont trop peu élevées pour que les neiges et les glaces puissent couvrir leurs sommets.

Il paraît donc que c'est par le concours de tous les courants de ce grand nombre de fleuves, que s'est formé le courant général de la mer depuis Cayenne aux Antilles, ou plutôt depuis l'Amazone; et ce courant général dans ces parages s'étend peut-être à plus de soixante lieues de distance de la côte orientale de la Guiane.

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE VII.

SUR LA PRODUCTION DES COUCHES OU LITS DE TERRE.

Nous avons fait voir dans l'article premier, qu'en vertu de l'attraction démontrée mutuelle entre les parties de la matière, et en vertu de la force centrifuge qui résulte du mouvement de rotation sur son axe, la terre a nécessairement pris la forme d'un sphéroïde dont les diamètres diffèrent d'une deux-cent-trentième partie, et que ce ne peut être que par les changements arrivés à la surface et causés par les mouvements de l'air et des eaux, que cette différence a pu devenir plus grande, comme on prétend le conclure par les mesures prises à l'équateur et au cercle polaire. Cette figure de la terre, qui s'accorde si bien avec les lois de l'hydrostatique et avec notre théorie, suppose que le globe a été dans un état de liquéfaction dans le temps qu'il a pris sa forme; et nous avons prouvé que le mouvement de projection et celui de rotation ont été imprimés en même temps par une même impulsion. On se persuadera facilement que la terre a été dans un état de liquéfaction produite par le feu, lorsqu'on fera attention à la nature des matières que renferme le globe, dont la plus grande partie, comme les sables et les glaises, sont des matières vitrifiées ou vitrifiables, et lorsque d'un autre côté on réfléchira sur l'im-

possibilité qu'il y a que la terre ait jamais pu se trouver dans un état de fluidité produite par les eaux, puisqu'il y a infiniment plus de terre que d'eau, et que d'ailleurs l'eau n'a pas la puissance de dissoudre les sables, les pierres et les autres matieres dont la terre est composée.

Je vois donc que la terre n'a pu prendre sa figure que dans le temps où elle a été liquéfiée par le feu; et, en suivant notre hypothese, je conçois qu'au sortir du soleil, la terre n'avait d'autre forme que celle d'un torrent de matières fondues et de vapeurs enflammées; que ce torrent se rassembla par l'attraction mutuelle des parties, et devint un globe auquel le mouvement de rotation donna la figure d'un sphéroide; et lorsque la terre fut refroidie, les vapeurs qui s'étaient d'abord étendues, comme nous voyons s'étendre les queues des comètes, se condensèrent peu à peu, tombèrent en eau sur la surface du globe, et déposèrent en même temps un limon mêlé de matières sulfureuses et salines, dont une partie s'est glissée par le mouvement des eaux dans les fentes perpendiculaires où elle a produit les métaux et les minéraux, et le reste est demeuré à la surface de la terre et a produit cette terre rougeâtre qui forme la première couche de la terre, et qui, suivant les différents lieux, est plus ou moins mêlée de particules animales ou végétales réduites en petites molécules dans lesquelles l'organisation n'est plus sensible.

Ainsi, dans le premier état de la terre, le globe était, à l'intérieur, composé d'une matière vitrifiée, comme je crois qu'il l'est encore aujourd'hui; au-dessus de cette matière vitrifiée se sont trouvées les parties que le feu aura le plus divisées, comme les sables, qui ne sont que des fragments de verre; et au-dessus de ces sables, les parties les plus légères, les pierres ponces, les écumes et les scories de la matière vitrifiée, ont surnagé et ont formé les glaises et les argiles: le tout était recouvert d'une couche d'eau [1] de 5 ou 600 pieds d'épaisseur, qui fut produite par la condensation des vapeurs, lorsque le globe commença à se refroidir; cette eau déposa partout une couche limoneuse, mêlée de toutes les matières qui peuvent se sublimer et s'exhaler par la violence du feu, et l'air fut formé des vapeurs les plus subtiles qui se dégagèrent des eaux par leur légèreté, et les surmontèrent.

Tel était l'état du globe, lorsque l'action du flux et reflux, celle des vents et de la chaleur du soleil commencèrent à altérer la surface de la terre. Le mouvement diurne et celui du flux et reflux élevèrent d'abord les eaux sous les climats méridionaux : ces eaux entraînèrent et portèrent vers l'équateur le limon, les glaises, les sables; et en élevant les parties de l'équateur, elles abaissèrent peut-être peu à peu celles des pôles de cette différence d'environ deux lieues dont nous avons parlé : car les eaux brisèrent bientôt et réduisirent en poussière les pierres ponces et les autres parties spongieuses de la matière vitrifiée qui étaient à la surface; elles creusèrent des profondeurs et élevèrent des hauteurs qui, dans la suite, sont devenues des continents, et elles produisirent toutes les inégalités que nous remarquons à la surface de la terre, et qui sont plus considérables vers l'équateur que partout ailleurs : car les plus hautes montagnes sont entre les tropiques et dans le milieu des zones tempérées; et les plus basses sont au cercle polaire et au-delà, puisque l'on a, entre les tropiques, les Cordilières et presque toutes les montagnes du Mexique et du Brésil, les montagnes de l'Afrique, savoir : le grand et le petit Atlas, les monts de la Lune, etc., et que d'ailleurs les terres qui sont entre les tropiques sont les plus inégales de tout le globe, aussi bien que les mers, puisqu'il se trouve entre les tropiques beaucoup plus d'îles que partout ailleurs; ce qui fait voir évidemment que les plus grandes inégalités de la terre se trouvent en effet dans le voisinage de l'équateur.

Quelque indépendante que soit ma théorie de cette hypothèse sur ce qui s'est passé dans le temps de ce premier état du globe, j'ai été bien aise d'y remonter dans cet article, afin de faire voir la liaison et la possibilité du système que j'ai proposé, et dont j'ai donné le précis dans l'article premier : on doit seulement remarquer que ma théorie qui fait le texte de cet ouvrage, ne part pas de si loin; que je prends la terre dans un état à peu près semblable à celui où nous la

[1] Cette opinion, que la terre a été entièrement couverte d'eau, est celle de quelques philosophes anciens, et même de la plupart des pères de l'Église : *In mundi primordio aqua in omnem terram stagnabat*, dit saint Damascène, liv. 2, chap. 9. *Terra erat invisibilis, quia exundabat aqua et operiebat terram*, dit saint Ambroise, liv. 1, Hexam. chap. 8. *Submersa tellus cùm esset, faciem ejus inundante aqua non erat adspectabilis*, dit saint Basile, homélie 2. Voyez aussi saint Augustin, livre 1 de la Genèse, chap. 12.

voyons, et que je ne me sers d'aucune des suppositions qu'on est obligé d'employer lorsqu'on veut raisonner sur l'état passé du globe terrestre : mais, comme je donne ici une nouvelle idée au sujet du limon des eaux, qui, selon moi, a formé la première couche de terre qui enveloppe le globe, il me paraît nécessaire de donner aussi les raisons sur lesquelles je fonde cette opinion.

Les vapeurs qui s'élèvent dans l'air produisent les pluies, les rosées, les feux aériens, les tonnerres et les autres météores; ces vapeurs sont donc mêlées de particules aqueuses, aériennes, sulfureuses, terrestres, etc., et ce sont ces particules solides et terrestres qui forment le limon dont nous voulons parler. Lorsqu'on laisse déposer de l'eau de pluie, il se forme un sédiment au fond; lorsqu'après avoir ramassé une assez grande quantité de rosée, on la laisse déposer et se corrompre, elle produit une espèce de limon qui tombe au fond du vase : ce limon est même fort abondant, et la rosée en produit beaucoup plus que l'eau de pluie; il est gras, onctueux et rougeâtre.

La première couche qui enveloppe le globe de la terre est composée de ce limon mêlé avec des parties de végétaux ou d'animaux détruits, ou bien avec des particules pierreuses ou sablonneuses. On peut remarquer presque partout que la terre labourable est rougeâtre et mêlée plus ou moins de ces différentes matières. Les particules de sable ou de pierre qu'on y trouve sont de deux espèces, les unes grossières et massives, les autres plus fines et quelquefois impalpables : les plus grosses viennent de la couche inférieure, dont on les détache en labourant et en travaillant la terre; ou bien le limon supérieur, en se glissant et en pénétrant dans la couche inférieure qui est de sable ou d'autres matières divisées, forme ces terres qu'on appelle des sables gras : les autres parties pierreuses qui sont plus fines viennent de l'air, tombent comme les rosées et les pluies, et se mêlent intimement au limon; c'est proprement le résidu de la poussière que l'air transporte, que les vents enlèvent continuellement de la surface de la terre, et qui retombe ensuite après s'être imbibé de l'humidité de l'air. Lorsque le limon domine, qu'il se trouve en grande quantité, et qu'au contraire les parties pierreuses et sablonneuses sont en petit nombre, la terre est rougeâtre, pétrissable et très-fertile; si elle est en même temps mêlée d'une quantité considérable de végétaux ou d'animaux détruits, la terre est noirâtre et souvent elle est encore plus fertile que la première : mais si le limon n'est qu'en petite quantité, aussi bien que les parties végétales ou animales, alors la terre est blanche et stérile; et lorsque les parties sablonneuses, pierreuses ou crétacées, qui composent ces terres stériles et dénuées de limon sont mêlées d'une assez grande quantité de parties de végétaux ou d'animaux détruits, elles forment les terres noires et légères qui n'ont aucune liaison et peu de fertilité; en sorte que, suivant les différentes combinaisons de ces trois différentes matières, du limon, des parties d'animaux et de végétaux, et des particules de sable et de pierre, les terres sont plus ou moins fécondes et différemment colorées. Nous expliquerons en détail, dans notre discours sur les végétaux, tout ce qui a rapport à la nature et à la qualité des différentes terres; mais ici nous n'avons d'autre but que celui de faire entendre comment s'est formée cette première couche qui enveloppe le globe et qui provient du limon des eaux.

Pour fixer les idées, prenons le premier terrain qui se présente, et dans lequel on a creusé assez profondément; par exemple, le terrain de Marly-la-Ville, où les puits sont très-profonds : c'est un pays élevé, mais plat et fertile, dont les couches de terre sont arrangées horizontalement. J'ai fait venir des échantillons de toutes ces couches, que M. Dalibard, habile botaniste, et versé d'ailleurs dans toutes les parties des sciences, a bien voulu faire prendre sous ses yeux; et, après avoir éprouvé toutes ces matières à l'eau-forte, j'en ai dressé la table suivante.

ÉTAT *des différents lits de terre qui se trouvent à Marly-la-Ville, jusqu'à cent pieds de profondeur*[1].

1. Terre franche rougeâtre, mêlée de beaucoup de limon, d'une très-petite quantité de sable vitrifiable, et d'une quantité un peu plus considérable de sable calcinable, que j'appelle *gravier*	13p. 0po.
2. Terre franche ou limon mêlé de plus de gravier et d'un peu plus de sable vitrifiable	2 6
Profondeur. . . . . :	15p. 6po.

[1] La fouille a été faite pour un puits dans un terrain qui appartient actuellement à M. de Pommery.

De l'autre part	15p.	6po.
3. Limon mêlé de sable vitrifiable en assez grande quantité, et qui ne faisait que très-peu d'effervescence avec l'eau-forte	5	0
4. Marne dure qui faisait une grande effervescence avec l'eau-forte	2	0
5. Pierre marneuse assez dure	4	0
6. Marne en poudre, mêlée de sable vitrifiable	5	0
7. Sable très-fin, vitrifiable	1	6
8. Marne en terre, mêlée d'un peu de sable vitrifiable	3	6
9. Marne dure, dans laquelle on trouve du vrai caillou, qui est de la pierre à fusil parfaite	5	6
10. Gravier ou poussière de marne	1	0
11. Églantine, pierre de la dureté et du grain du marbre, et qui est sonnante	1	6
12. Gravier marneux	1	6
13. Marne en pierre dure, dont le grain est fort fin	1	6
14. Marne en pierre, dont le grain n'est pas si fin	1	6
15. Marne encore plus grenue et plus grossière	2	6
16. Sable vitrifiable très-fin, mêlé de coquilles de mer fossiles, qui n'ont aucune adhérence avec le sable, et qui ont encore leurs couleurs et leur vernis naturels	1	6
17. Gravier très-menu ou poussière fine de marne	2	0
18. Marne en pierre dure	5	6
19. Marne en poudre assez grossière	1	6
20. Pierre dure et calcinable comme le marbre	1	0
21. Sable gris vitrifiable, mêlé de coquilles fossiles, et surtout de beaucoup d'huîtres et de spondyles, qui n'ont aucune adhérence avec le sable, et qui ne sont nullement pétrifiées	5	0
22. Sable blanc, vitrifiable, mêlé des mêmes coquilles	2	0
23. Sable rayé de rouge et de blanc, vitrifiable et mêlé des mêmes coquilles	1	0
24. Sable plus gros, mais toujours vitrifiable et mêlé des mêmes coquilles	1	0
25. Sable gris, fin, vitrifiable et mêlé des mêmes coquilles	8	6
26. Sable gras, très-fin, où il n'y a plus que quelques coquilles	5	0
27. Grès	3	0
28. Sable vitrifiable, rayé de rouge et de blanc	4	0
29. Sable blanc, vitrifiable	5	6
30. Sable vitrifiable, rougeâtre	15	0
Profondeur où l'on a cessé de creuser	101 p.	0p.

J'ai dit que j'avais éprouvé toutes ces matières à l'eau-forte, parce que quand l'inspection et la comparaison des matières avec d'autres qu'on connaît ne suffisent pas pour qu'on soit en état de les dénommer et de les ranger dans la classe à laquelle elles appartiennent, et qu'on a peine à se décider par la simple observation, il n'y a pas de moyen plus prompt, et peut-être plus sûr, que d'éprouver avec l'eau-forte les matières terreuses ou lapidifiques : celles que les esprits acides dissolvent sur-le-champ avec chaleur et ébullition sont ordinairement calcinables ; celles au contraire qui résistent à ces esprits, et sur lesquelles ils ne font aucune impression, sont vitrifiables.

On voit par cette énumération que le terrain de Marly-la-Ville a été autrefois un fond de mer qui s'est élevé au moins de soixante-quinze pieds, puisqu'on trouve des coquilles à cette profondeur de soixante-quinze pieds. Ces coquilles ont été transportées par le mouvement des eaux en même temps que le sable où on les trouve, et le tout est tombé en forme de sédiments qui se sont arrangés de niveau, et qui ont produit les différentes couches de sable gris, blanc, rayé de blanc et de rouge, etc., dont l'épaisseur totale est de quinze ou dix-huit pieds : toutes les autres couches supérieures jusqu'à la première ont été de même transportées par le mouvement des eaux de la mer, et déposées en forme de sédiments, comme on ne peut en douter, tant à cause de la situation horizontale des couches, qu'à cause des différents lits de sable mêlé de coquilles, et de ceux de marne, qui ne sont que des débris, ou plutôt des détriments de coquilles ; la dernière couche elle-même a été formée presqu'en entier par le limon dont nous avons parlé, qui s'est mêlé avec une partie de la marne qui était à la surface.

J'ai choisi cet exemple comme le plus désavantageux à notre explication, parce qu'il paraît d'abord fort difficile de concevoir que le limon de l'air et celui des pluies et des rosées aient pu produire une couche de terre franche épaisse de treize pieds : mais on doit observer d'abord qu'il est très-rare de trouver, surtout dans les pays un peu élevés, une épaisseur de terre labourable aussi considérable ; ordinairement les terres ont trois ou quatre pieds, et souvent elles n'ont pas un pied d'épaisseur. Dans les plaines environnées de collines, cette épaisseur de bonne terre est plus grande, parce que les pluies détachent les terres de ces collines et les entraînent dans les vallées ; mais en ne supposant ici rien de tout cela, je vois que les dernières couches formées par les eaux de la mer

sont des lits de marne fort épais : il est naturel d'imaginer que cette marne avait au commencement une épaisseur encore plus grande, et que, des treize pieds qui composent l'épaisseur de la couche supérieure, il y en avait plusieurs de marne lorsque la mer a abandonné ce pays et a laissé le terrain à découvert. Cette marne, exposée à l'air, se sera fondue par les pluies; l'action de l'air et de la chaleur du soleil y aura produit des gerçures, de petites fentes, et elle aura été altérée par toutes ces causes extérieures, au point de devenir une matière divisée et réduite en poussière à la surface, comme nous voyons la marne, que nous tirons de la carrière, tomber en poudre lorsqu'on la laisse exposée aux injures de l'air. La mer n'aura pas quitté ce terrain si brusquement qu'elle ne l'ait encore recouvert quelquefois, soit par les alternatives du mouvement des marées, soit par l'élévation extraordinaire des eaux dans les gros temps, et elle aura mêlé avec cette couche de marne, de la vase, de la boue et d'autres matières limoneuses; lorsque le terrain se sera enfin trouvé tout à fait élevé au-dessus des eaux, les plantes auront commencé à y croître, et c'est alors que le limon des pluies et des rosées aura peu à peu coloré et pénétré cette terre, et lui aura donné un premier degré de fertilité que les hommes auront bientôt augmentée par la culture, en travaillant et divisant la surface, et donnant ainsi au limon des rosées et des pluies la facilité de pénétrer plus avant; ce qui à la fin aura produit cette couche de terre franche de treize pieds d'épaisseur.

Je n'examinerai point ici si la couleur rougeâtre des terres végétales, qui est aussi celle du limon de la rosée et des pluies, ne vient pas du fer qui y est contenu; ce point, qui ne laisse pas que d'être important, sera discuté dans notre discours sur les minéraux; il nous suffit d'avoir exposé notre façon de concevoir la formation de la couche superficielle de la terre; et nous allons prouver, par d'autres exemples, que la formation des couches intérieures ne peut être que l'ouvrage des eaux.

La surface du globe, dit Woodward, cette couche extérieure sur laquelle les hommes et les animaux marchent, qui sert de magasin pour la formation des végétaux et des animaux, est, pour la plus grande partie, composée de matière végétale ou animale, qui est dans un mouvement et dans un changement continuel. Tous les animaux et les végétaux qui ont existé depuis la création du monde, ont toujours tiré successivement de cette couche la matière qui a composé leurs corps, et ils lui ont rendu à leur mort cette matière empruntée : elle y reste, toujours prête à être reprise de nouveau et à servir pour former d'autres corps de la même espèce, successivement sans jamais discontinuer; car la matière qui compose un corps est propre et naturellement disposée pour en former un autre de cette espèce. (*Voyez Essai sur l'Histoire naturelle, etc.*) Dans les pays inhabités, dans les lieux où on ne coupe pas les bois, où les animaux ne broutent pas les plantes, cette couche de terre végétale s'augmente assez considérablement avec le temps. Dans tous les bois, et même dans ceux qu'on coupe, il y a une couche de terreau de six ou huit pouces d'épaisseur, qui n'a été formée que par les feuilles, les petites branches, et les écorces qui se sont pourries. J'ai souvent observé, sur un ancien grand chemin, fait, dit-on, du temps des Romains, qui traverse la Bourgogne dans une longue étendue de terrain, qu'il s'est formé sur les pierres dont ce grand chemin est construit, une couche de terre noire de plus d'un pied d'épaisseur, qui nourrit actuellement des arbres d'une hauteur assez considérable; et cette couche n'est composée que d'un terreau noir, formé par les feuilles, les écorces et les bois pourris. Comme les végétaux tirent pour leur nourriture beaucoup plus de substance de l'air et de l'eau qu'ils n'en tirent de la terre, il arrive qu'en pourrissant ils rendent à la terre plus qu'ils n'en ont tiré. D'ailleurs une forêt détermine les eaux de la pluie en arrêtant les vapeurs : ainsi dans un bois qu'on conserverait bien long-temps, sans y toucher, la couche de terre qui sert à la végétation augmenterait considérablement. Mais les animaux rendant moins à la terre qu'ils n'en tirent, et les hommes faisant des consommations énormes de bois et de plantes pour le feu et pour d'autres usages, il s'ensuit que la couche de terre végétale d'un pays habité doit toujours diminuer et devenir enfin comme le terrain de l'Arabie pétrée, et comme celui de tant d'autres provinces de l'Orient, qui est en effet le climat le plus anciennement habité, où l'on ne trouve que du sel et des sables; car le sel fixe des plantes et des animaux reste, tandis que toutes les autres parties se volatilisent.

Après avoir parlé de cette couche de terre

extérieure que nous cultivons, il faut examiner la position et la formation des couches intérieures. La terre, dit Woodward, paraît, en quelque endroit qu'on la creuse, composée de couches placées l'une sur l'autre, comme autant de sédiments qui seraient tombés successivement au fond de l'eau : les couches qui sont les plus enfoncées sont ordinairement les plus épaisses; et celles qui sont sur celles-ci sont les plus minces par degrés jusqu'à la surface. On trouve des coquilles de mer, des dents et des os de poissons dans ces différentes couches; il s'en trouve non-seulement dans les couches molles, comme dans la craie, l'argile et la marne, mais même dans les couches les plus solides et les plus dures comme dans celles de pierre, de marbre, etc. Ces productions marines sont incorporées avec la pierre; et lorsqu'on la rompt et qu'on en sépare la coquille, on observe toujours que la pierre a reçu l'empreinte ou la forme de la surface avec tant d'exactitude, qu'on voit que toutes les parties étaient exactement contiguës et appliquées à la coquille. « Je me suis « assuré, dit cet auteur, qu'en France, en Flan« dre, en Hollande, en Espagne, en Italie, en « Allemagne, en Danemarck, en Norwége et en « Suède; la pierre et les autres substances ter« restres sont disposées par couches de même « qu'en Angleterre; que ces couches sont divi« sées par des fentes parallèles; qu'il y a au« dedans des pierres et des autres substances « terrestres et compactes une grande quantité « de coquillages, et d'autres productions de la « mer, disposées de la même manière que dans « cette île[1]. J'ai appris que ces couches se trou« vaient de même en Barbarie, en Égypte, en « Guinée et dans les autres parties de l'Afrique, « dans l'Arabie, la Syrie, la Perse, le Malabar, « la Chine et les autres provinces de l'Asie, à la « Jamaïque, aux Barbades, en Virginie, dans « la Nouvelle-Angleterre, au Brésil, au Pérou « et dans les autres parties de l'Amérique. » *Essai sur l'Histoire naturelle de la Terre*, p. 40, 41, 42, etc.

Cet auteur ne dit pas comment et par qui il a appris que les couches de la terre au Pérou contenaient des coquilles. Cependant, comme en général ses observations sont exactes, je ne doute pas qu'il n'ait été bien informé; et c'est ce qui me persuade qu'on doit trouver des coquilles au Pérou dans les couches de terre, comme on en trouve partout ailleurs. Je fais cette remarque à l'occasion d'un doute qu'on a formé depuis peu sur cela, et dont je parlerai tout à l'heure.

Dans une fouille que l'on fit à Amsterdam, pour faire un puits, on creusa jusqu'à deux cent trente-deux pieds de profondeur, et on trouva les couches de terre suivantes : sept pieds de terre végétale ou terre de jardin, neuf pieds de tourbe, neuf pieds de glaise molle, huit pieds d'arène, quatre de terre, dix d'argile, quatre de terre, dix pieds d'arène sur laquelle on a coutume d'appuyer les pilotis qui soutiennent les maisons d'Amsterdam; ensuite deux pieds d'argile, quatre de sable blanc, cinq de terre sèche, un de terre molle, quatorze d'arène, huit d'argile mêlée d'arène, quatre d'arène mêlée de coquilles, ensuite une épaisseur de cent deux pieds de glaise; et enfin trente-un pieds de sable, où l'on cessa de creuser. Voyez *Varenii Geog. general.*, page 46.

Il est rare qu'on fouille aussi profondément sans trouver de l'eau, et ce fait est remarquable en plusieurs choses : 1° il fait voir que l'eau de la mer ne communique pas dans l'intérieur de la terre par voie de filtration ou de stillation, comme on le croit vulgairement; 2° nous voyons qu'on trouve des coquilles à cent pieds au-dessous de la surface de la terre, dans un pays extrêmement bas, et que, par conséquent, le terrain de la Hollande a été élevé de cent pieds par les sédiments de la mer; 3° on peut en tirer une induction que cette couche de glaise épaisse de cent deux pieds, et la couche de sable qui est au-dessous, dans laquelle on a fouillé à trente-un pieds, et dont l'épaisseur entière est inconnue, ne sont peut-être pas fort éloignées de la première couche de la vraie terre ancienne et originaire, telle qu'elle était dans le temps de sa première formation, et avant que le mouvement des eaux eût changé sa surface. Nous avons dit, dans l'article premier, que si l'on voulait trouver la terre ancienne, il faudrait creuser dans les pays du nord plutôt que vers l'équateur, dans les plaines basses plutôt que dans les montagnes ou dans les terres élevées. Ces conditions se trouvent à peu près rassemblées ici; seulement, il aurait été à souhaiter qu'on eût continué cette fouille à une plus grande profondeur, et que l'auteur nous eût appris s'il n'y avait pas de coquilles ou d'au-

[1] En Angleterre.

tres productions marines dans cette couche de glaise de cent deux pieds d'épaisseur, et dans celle de sable qui était au-dessous. Cet exemple confirme ce que nous avons dit, savoir, que plus on fouille dans l'intérieur de la terre, plus on trouve les couches épaisses ; ce qui s'explique fort naturellement dans notre théorie.

Non-seulement la terre est composée de couches parallèles et horizontales dans les plaines et dans les collines, mais les montagnes même sont en général composées de la même façon : on peut dire que ces couches y sont plus apparentes que dans les plaines, parce que les plaines sont ordinairement recouvertes d'une quantité assez considérable de sable et de terre que les eaux y ont amenés ; et pour trouver les anciennes couches, il faut creuser plus profondément dans les plaines que dans les montagnes.

J'ai souvent observé que, lorsqu'une montagne est égale et que son sommet est de niveau, les couches ou lits de pierre qui la composent, sont aussi de niveau ; mais si le sommet de la montagne n'est pas posé horizontalement, et s'il penche vers l'orient ou vers tout autre côté, les couches de pierre penchent aussi du même côté. J'avais ouï dire à plusieurs personnes que pour l'ordinaire les bancs ou lits des carrières penchent un peu du côté du levant : mais ayant observé moi-même toutes les carrières et toutes les chaînes de rochers qui se sont présentées à mes yeux, j'ai reconnu que cette opinion est fausse, et que les couches ou bancs de pierre ne penchent du côté du levant que lorsque le sommet de la colline penche de ce même côté ; et qu'au contraire, si le sommet s'abaisse du côté du nord, du midi, du couchant, ou de tout autre côté, les lits de pierres penchent aussi du côté du nord, du midi, du couchant, etc. Lorsqu'on tire les pierres et les marbres des carrières, on a grand soin de les séparer suivant leur position naturelle, et on ne pourrait pas même les avoir en grand volume, si on voulait les couper dans un autre sens. Lorsqu'on les emploie, il faut, pour que la maçonnerie soit bonne, et pour que les pierres durent longtemps, les poser sur leur *lit de carrière ;* c'est ainsi que les ouvriers appellent la couche horizontale. Si, dans la maçonnerie, les pierres étaient posées sur un autre sens, elles se fendraient et ne résisteraient pas aussi longtemps au poids dont elles sont chargées. On voit bien que ceci confirme que les pierres se sont formées par couches parallèles et horizontales, qui se sont successivement accumulées les unes sur les autres, et que ces couches ont composé des masses dont la résistance est plus grande dans ce sens que dans tout autre.

Au reste, chaque couche, soit qu'elle soit horizontale ou inclinée, a dans toute son étendue une épaisseur égale ; c'est-à-dire, chaque lit d'une matière quelconque, pris à part, a une épaisseur égale dans toute son étendue : par exemple, lorsque dans une carrière le lit de pierre dure a trois pieds d'épaisseur en un endroit, il a ses trois pieds d'épaisseur partout ; s'il a six pieds d'épaisseur en un endroit, il en a six partout. Dans les carrières autour de Paris, le lit de bonne pierre n'est pas épais, et il n'a guère que dix-huit à vingt pouces d'épaisseur partout ; dans d'autres carrières, comme en Bourgogne, la pierre a beaucoup plus d'épaisseur. Il en est de même des marbres : ceux dont le lit est le plus épais sont les marbres blancs et noirs ; ceux de couleur sont ordinairement plus minces ; et je connais des lits d'une pierre fort dure, et dont les paysans se servent en Bourgogne pour couvrir leurs maisons, qui n'ont qu'un pouce d'épaisseur. Les épaisseurs des différents lits sont donc différentes ; mais chaque lit conserve la même épaisseur dans toute son étendue. En général, on peut dire que l'épaisseur des couches horizontales est tellement variée qu'elle va depuis une ligne et moins encore, jusqu'à un, dix, vingt, trente et cent pieds d'épaisseur. Les carrières anciennes et nouvelles qui sont creusées horizontalement, les boyaux des mines, et les coupes à plomb, en long et en travers, de plusieurs montagnes, prouvent qu'il y a des couches qui ont beaucoup d'étendue en tout sens. « Il est bien prouvé, dit l'historien de l'Académie, que toutes les pierres ont été une pâte « molle ; et comme il y a des carrières presque « partout, la surface de la terre a donc été dans « tous ces lieux, du moins jusqu'à une certaine « profondeur, une vase et une bourbe. Les coquillages qui se trouvent dans presque toutes « les carrières prouvent que cette vase était une « terre détrempée par l'eau de la mer ; et, par « conséquent, la mer a couvert tous ces lieux-là, « et elle n'a pu les couvrir sans couvrir aussi « tout ce qui était de niveau ou plus bas, et elle « n'a pu couvrir tous les lieux où il y a des « carrières et tous ceux qui sont de niveau ou « plus bas, sans couvrir toute la surface du

« globe terrestre. Ici l'on ne considère point « encore les montagnes que la mer aurait dû « couvrir aussi, puisqu'il s'y trouve toujours « des carrières et souvent des coquillages. Si « on les supposait formées, le raisonnement « que nous faisons en deviendrait beaucoup « plus fort. »

« La mer, continue-t-il, couvrait donc toute « la terre; et de là vient que tous les bancs ou « lits de pierre, qui sont dans les plaines, sont « horizontaux et parallèles entre eux : les pois- « sons auront été les plus anciens habitants du « globe, qui ne pouvait encore avoir ni animaux « terrestres, ni oiseaux. Mais comment la mer « s'est-elle retirée dans les grands creux, dans « les vastes bassins qu'elle occupe présentement? « Ce qui se présente le plus naturellement à l'es- « prit, c'est que le globe de la terre, du moins « jusqu'à une certaine profondeur, n'était pas « solide partout, mais entremêlé de quelques « grands creux dont les voûtes se sont soutenues « pendant un temps, mais enfin sont venues à « fondre subitement; alors les eaux seront tom- « bées dans ces creux, les auront remplis, et « auront laissé à découvert une partie de la sur- « face de la terre, qui sera devenue une habita- « tion convenable aux animaux terrestres et aux « oiseaux. Les coquillages des carrières s'accor- « dent fort avec cette idée; car, outre qu'il n'a « pu se conserver jusqu'à présent dans les ter- « res que des parties pierreuses des poissons, on « sait qu'ordinairement les coquillages s'amas- « sent en grand nombre dans certains endroits « de la mer, où ils sont comme immobiles et « forment des espèces de rochers, et ils n'au- « ront pu suivre les eaux qui les auront subite- « ment abandonnées : c'est par cette dernière « raison que l'on trouve infiniment plus de co- « quillages que d'arêtes ou d'empreintes d'au- « tres poissons; et cela même prouve une chute « soudaine de la mer dans ses bassins. Dans le « même temps que les voûtes que nous suppo- « sons ont fondu, il est fort possible que d'au- « tres parties de la surface du globe se soient « élevées; et par la même cause, ce seront là les « montagnes qui se seront placées sur cette sur- « face avec des carrières déjà toutes formées. « Mais les lits de ces carrières n'ont pas pu con- « server la direction horizontale qu'ils avaient « auparavant, à moins que les masses des mon- « tagnes ne se fussent élevées précisément selon « un axe perpendiculaire à la surface de la terre; « ce qui n'a pu être que très-rare : aussi, comme « nous l'avons déjà observé en 1708 (page 30 « et suiv.), les lits des carrières des montagnes « sont toujours inclinés à l'horizon, mais paral- « lèles entre eux; car ils n'ont pas changé de « position les uns à l'égard des autres, mais « seulement à l'égard de la surface de la terre. » (Voy. *les Mém. de l'Acad.*, 1716, page 14 et suiv. de *l'Histoire*.

Ces couches parallèles, ces lits de terre ou de pierre, qui ont été formés par les sédiments des eaux de la mer, s'étendent souvent à des distances très-considérables, et même on trouve dans les collines séparées par un vallon les mêmes lits, les mêmes matières, au même niveau. Cette observation que j'ai faite s'accorde parfaitement avec celle de l'égalité de la hauteur des collines opposées, dont je parlerai tout à l'heure. On pourra s'assurer aisément de la vérité de ces faits; car, dans tous les vallons étroits où l'on découvre des rochers, on verra que les mêmes lits de pierre ou de marbre se trouvent des deux côtés à la même hauteur. Dans une campagne que j'habite souvent, et où j'ai beaucoup examiné les rochers et les carrières, j'ai trouvé une carrière de marbre qui s'étend à plus de douze lieues en longueur, et dont la largeur est fort considérable, quoique je n'aie pas pu m'assurer précisément de cette étendue en largeur. J'ai souvent observé que ce lit de marbre a la même épaisseur partout; et dans des collines séparées de cette carrière par un vallon de cent pieds de profondeur et d'un quart de lieue de largeur, j'ai trouvé le même lit de marbre à la même hauteur. Je suis persuadé qu'il en est de même de toutes les carrières de pierre ou de marbre où l'on trouve des coquilles; car cette observation n'a pas lieu dans les carrières de grès. Nous donnerons dans la suite les raisons de cette différence, et nous dirons pourquoi le grès n'est pas disposé, comme les autres matieres, par lits horizontaux, et qu'il est en blocs irréguliers pour la forme et pour la position.

On a de même observé que les lits de terre sont les mêmes des deux côtés des détroits de la mer : et cette observation qui est importante, peut nous conduire à reconnaître les terres et les îles qui ont été séparées du continent; elle prouve, par exemple, que l'Angleterre a été séparée de la France, l'Espagne de l'Afrique, la Sicile de l'Italie : et il serait à souhaiter qu'on eût fait la même observation dans tous les détroits;

je suis persuadé qu'on la trouverait vraie presque partout; et pour commencer par le plus long détroit que nous connaissions, qui est celui de Magellan, nous ne savons pas si les mêmes lits de pierre se trouvent à la même hauteur des deux côtés : mais nous voyons, à l'inspection des cartes particulières de ce détroit, que les deux côtes élevées qui le bornent forment à peu près, comme les montagnes de la terre, des angles correspondants, et que les angles saillants sont opposés aux angles rentrants dans les détours de ce détroit; ce qui prouve que la Terre de Feu doit être regardée comme une partie du continent de l'Amérique. Il en est de même du détroit de Forbisher; l'île de Frislande paraît avoir été séparée du continent de Groënland.

Les îles Maldives ne sont séparées les unes des autres que par des petits trajets de mer, de chaque côté desquels se trouvent des bancs et des rochers composés de la même matière : toutes ces îles, qui, prises ensemble, ont près de deux cents lieues de longueur, ne formaient autrefois qu'une même terre; elles sont divisées en treize provinces, que l'on appelle *atollons*. Chaque atollon contient un grand nombre de petites îles, dont la plupart sont tantôt submergées et tantôt à découvert; mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces treize atollons sont chacun environnés d'une chaîne de rochers de même nature de pierre, et qu'il n'y a que trois ou quatre ouvertures dangereuses par où l'on peut entrer dans chaque atollon : ils sont tous posés de suite et bout à bout; et il paraît évidemment que ces îles étaient autrefois une longue montagne couronnée de rochers. (Voy. *les Voyages de Franc. Pyrard*, vol. 1, Paris, 1719, page 107, etc.)

Plusieurs auteurs, comme Verstegan, Twine, Sommer, et surtout Campbell dans sa description de l'Angleterre, au chapitre de la province de Kent, donnent des raisons très-fortes pour prouver que l'Angleterre était autrefois jointe à la France, et qu'elle en a été séparée par un coup de mer, qui, s'étant ouvert cette porte, a laissé à découvert une grande quantité de terres basses et marécageuses tout le long des côtes méridionales de l'Angleterre. Le docteur Wallis fait valoir, comme une preuve de ce fait, la conformité de l'ancien langage des Gallois et des Bretons; et il ajoute plusieurs observations que nous rapporterons dans les articles suivants.

Si l'on considère en voyageant la forme des terrains, la position des montagnes et les sinuosités des rivières, on s'apercevra qu'ordinairement les collines opposées sont non-seulement composées des mêmes matières, au même niveau, mais même qu'elles sont à peu près également élevées. J'ai observé cette égalité de hauteur dans les endroits où j'ai voyagé, et je l'ai toujours trouvée la même, à très-peu près, des deux côtés, surtout dans les vallons serrés, et qui n'ont tout au plus qu'un quart ou un tiers de lieue de largeur; car, dans les grandes vallées qui ont beaucoup plus de largeur, il est assez difficile de juger exactement de la hauteur des collines et de leur égalité, parce qu'il y a erreur d'optique et erreur de jugement. En regardant une plaine ou tout autre terrain de niveau, qui s'étend fort au loin, il paraît s'élever; et, au contraire, en voyant de loin des collines, elles paraissent s'abaisser. Ce n'est pas ici le lieu de donner la raison mathématique de cette différence. D'autre côté, il est fort difficile de juger par le simple coup d'œil où se trouve le milieu d'une grande vallée, à moins qu'il n'y ait une rivière; au lieu que, dans les vallons serrés, le rapport des yeux est moins équivoque, et le jugement plus certain. Cette partie de la Bourgogne qui est comprise entre Auxerre, Dijon, Autun et Bar-sur-Seine, et dont une étendue considérable s'appelle *le Bailliage de la Montagne*, est un des endroits les plus élevés de la France : d'un côté de la plupart de ces montagnes qui ne sont que du second ordre, et qu'on ne doit regarder que comme des collines élevées, les eaux coulent vers l'Océan, et de l'autre vers la Méditerranée. Il y a des points de partage, comme à Sombernou, Pouilli en Auxois, etc., où l'on peut tourner les eaux indifféremment vers l'Océan ou vers la Méditerranée. Ce pays élevé est entrecoupé de plusieurs petits vallons assez serrés, et presque tous arrosés de gros ruisseaux ou de petites rivières. J'ai mille et mille fois observé la correspondance des angles de ces collines et leur égalité de hauteur, et je puis assurer que j'ai trouvé partout les angles saillants opposés aux angles rentrants, et les hauteurs à peu près égales des deux côtés. Plus on avance dans le pays élevé où sont les points de partage dont nous venons de parler, plus les montagnes ont de hauteur; mais cette hauteur est toujours la même des deux côtés des vallons, et les collines s'élèvent ou s'abaissent également. En se plaçant à l'extrémité des vallons dans le milieu de la largeur, j'ai toujours vu que le bas-

sin du vallon était environné et surmonté de collines, dont la hauteur était égale. J'ai fait la même observation dans plusieurs autres provinces de France. C'est cette égalité de hauteur dans les collines qui fait les plaines en montagnes ; ces plaines forment, pour ainsi dire, des pays élevés au-dessus d'autres pays : mais les hautes montagnes ne paraissent pas être si égales en hauteur ; elles se terminent la plupart en pointes et en pics irréguliers ; et j'ai vu, en traversant plusieurs fois les Alpes et l'Apennin, que les angles sont en effet correspondants, mais qu'il est presque impossible de juger à l'œil de l'égalité ou de l'inégalité de hauteur des montagnes opposées, parce que leur sommet se perd dans les brouillards et dans les nues.

Les différentes couches dont la terre est composée ne sont pas disposées suivant l'ordre de leur pesanteur spécifique; souvent on trouve des couches de matières pesantes posées sur des couches de matières plus légères : pour s'en assurer, il ne faut qu'examiner la nature des terres sur lesquelles portent les rochers, et on verra que c'est ordinairement sur des glaises ou sur des sables qui sont spécifiquement moins pesants que la matière du rocher. Dans les collines et dans les autres petites élévations, on reconnait facilement la base sur laquelle portent les rochers ; mais il n'en est pas de même des grandes montagnes ; non-seulement le sommet est de rocher, mais ces rochers portent sur d'autres rochers ; il y a montagnes sur montagnes et rochers sur rochers, à des hauteurs si considérables et dans une si grande étendue de terrain, qu'on ne peut guère s'assurer s'il y a de la terre dessous, et de quelle nature est cette terre. On voit des rochers coupés à pic, qui ont plusieurs centaines de pieds de hauteur ; ces rochers portent sur d'autres, qui peut-être n'en ont pas moins. Cependant ne peut-on pas conclure du petit au grand ? et, puisque les rochers des petites montagnes, dont on voit la base, portent sur des terres moins pesantes et moins solides que la pierre, ne peut-on pas croire que la base des hautes montagnes est aussi de terre? Au reste, tout ce que j'ai à prouver ici, c'est qu'il a pu arriver naturellement, par le mouvement des eaux, qu'il se soit accumulé des matières plus pesantes au-dessus des plus légères, et que si cela se trouve en effet dans la plupart des collines, il est probable que cela est arrivé comme je l'explique dans le texte. Mais, quand même on voudrait se refuser à mes raisons, en m'objectant que je ne suis pas bien fondé à supposer qu'avant la formation des montagnes, les matières les plus pesantes étaient au-dessous des moins pesantes, je répondrai que je n'assure rien de général à cet égard, parce qu'il y a plusieurs manières dont cet effet a pu se produire, soit que les matières pesantes fussent au-dessous ou au-dessus, ou placées indifféremment, comme nous les voyons aujourd'hui : car, pour concevoir comment la mer ayant d'abord formé une montagne de glaise, l'a ensuite couronnée de rochers, il suffit de faire attention que les sédiments peuvent venir successivement de différents endroits, et qu'ils peuvent être de matières différentes; en sorte que, dans un endroit de la mer où les eaux auront déposé d'abord plusieurs sédiments de glaise, il peut tres-bien arriver que tout d'un coup, au lieu de glaise, les eaux apportent des sédiments pierreux, et cela, parce qu'elles auront enlevé du fond, ou détaché des côtes toute la glaise, et qu'ensuite elles auront attaqué les rochers, ou bien parce que les premiers sédiments venaient d'un endroit, et les seconds d'un autre. Au reste, cela s'accorde parfaitement avec les observations par lesquelles on reconnait que les lits de terre, de pierre, de gravier, de sable, etc., ne suivent aucune règle dans leur arrangement, ou du moins se trouvent placés indifféremment et comme au hasard les uns au-dessus des autres.

Cependant ce hasard même doit avoir des règles qu'on ne peut connaître qu'en estimant la valeur des probabilités et la vraisemblance des conjectures. Nous avons vu qu'en suivant notre hypothèse sur la formation du globe, l'intérieur de la terre doit être d'une matière vitrifiée, semblable à nos sables vitrifiables, qui ne sont que des fragments de verre, et dont les glaises sont peut-être les scories ou les parties décomposées. Dans cette supposition, la terre doit être composée dans le centre, et presque jusqu'à la circonférence extérieure, de verre ou d'une matière vitrifiée qui en occupe presque tout l'intérieur; et au-dessus de cette matière, on doit trouver les sables, les glaises et les autres scories de cette matière vitrifiée. Ainsi, en considérant la terre dans son premier état, c'était d'abord un noyau de verre ou de matière vitrifiée, qui est, ou massive comme le verre, ou divisée comme le sable, parce que cela dépend

du degré de l'activité du feu qu'elle aura éprouvé; au-dessus de cette matière étaient les sables, et enfin les glaises : le limon des eaux et de l'air a produit l'enveloppe extérieure, qui est plus ou moins épaisse, suivant la situation du terrain, plus ou moins colorée suivant les différents mélanges de limon, des sables et des parties d'animaux ou de végétaux détruits, et plus ou moins féconde suivant l'abondance ou la disette de ces mêmes parties. Pour faire voir que cette supposition, au sujet de la formation des sables et des glaises, n'est pas aussi gratuite qu'on pourrait l'imaginer, nous avons cru devoir ajouter à ce que nous venons de dire, quelques remarques particulières.

Je conçois donc que la terre, dans le premier état, était un globe, ou plutôt un sphéroïde de matière vitrifiée, de verre, si l'on veut, très-compacte, couvert d'une croûte légère et friable, formée par les scories de la matière en fusion, d'une véritable pierre ponce : le mouvement et l'agitation des eaux et de l'air brisèrent bientôt et réduisirent en poussière cette croûte de verre spongieuse, cette pierre ponce qui était à la surface ; de là les sables qui, en s'unissant, produisirent ensuite les grès et le roc vif, ou, ce qui est la même chose, les cailloux en grande masse, qui doivent, aussi bien que les cailloux en petite masse, leur dureté, leur couleur ou leur transparence, et la variété de leurs accidents, aux différents degrés de pureté et à la finesse du grain des sables qui sont entrés dans leur composition.

Ces mêmes sables, dont les parties constituantes s'unissent par le moyen du feu, s'assimilent et deviennent un corps dur très-dense, et d'autant plus transparent que le sable est plus homogène ; exposés, au contraire, depuis longtemps à l'air, se décomposent par la désunion et l'exfoliation des petites lames dont ils sont formés ; ils commencent à devenir terre, et c'est ainsi qu'ils ont pu former les glaises et les argiles. Cette poussière, tantôt d'un jaune brillant, tantôt semblable à des paillettes d'argent dont on se sert pour sécher l'écriture, n'est autre chose qu'un sable très-pur, en quelque façon pourri, presque réduit à ses principes, et qui tend à une décomposition parfaite ; avec le temps ces paillettes se seraient atténuées et divisées au point qu'elles n'auraient plus eu assez d'épaisseur et de surface pour réfléchir la lumière, et elles auraient acquis toutes les propriétés des glaises. Qu'on regarde au grand jour un morceau d'argile, on y apercevra une grande quantité de ces paillettes talqueuses, qui n'ont pas encore entièrement perdu leur forme. Le sable peut donc avec le temps produire l'argile, et celle-ci, en se divisant, acquiert de même les propriétés d'un véritable limon, matière vitrifiable comme l'argile et qui est du même genre.

Cette théorie est conforme à ce qui se passe tous les jours sous nos yeux. Qu'on lave du sable sortant de sa minière, l'eau se chargera d'une assez grande quantité de terre noire, ductile, grasse, de véritable argile. Dans les villes où les rues sont pavées de grès, les boues sont toujours noires et très-grasses ; et desséchées, elles forment une terre de la même nature que l'argile. Qu'on détrempe et qu'on lave de même de l'argile prise dans un terrain où il n'y a ni grès ni cailloux, il se précipitera toujours au fond de l'eau une assez grande quantité de sable vitrifiable.

Mais ce qui prouve parfaitement que le sable, et même le caillou et le verre, existent dans l'argile et n'y sont que déguisés, c'est que le feu en réunissant les parties de celle-ci, que l'action de l'air et les autres éléments avait peut-être divisés, lui rend sa première forme. Qu'on mette de l'argile dans un fourneau de réverbère échauffé au degré de la calcination, elle se couvrira au dehors d'un émail très-dur : si à l'intérieur elle n'est pas encore vitrifiée, elle aura cependant acquis une très-grande dureté, elle résistera à la lime et au burin, elle étincellera sous le marteau, elle aura enfin toutes les propriétés du caillou ; un degré de chaleur de plus la fera couler et la convertira en un véritable verre.

L'argile et le sable sont donc des matières parfaitement analogues et du même genre : si l'argile en se condensant peut devenir du caillou, du verre, pourquoi le sable en se divisant ne pourrait-il pas devenir de l'argile ? Le verre paraît être la véritable terre élémentaire, et tous les mixtes un verre déguisé ; les métaux, les minéraux, les sels, etc., ne sont qu'une terre vitrescible : la pierre ordinaire, les autres matières qui lui sont analogues, et les coquilles des testacés, des crustacés, etc., sont les seules substances qu'aucun agent connu n'a pu jusqu'à présent vitrifier, et les seules qui semblent faire une classe à part. Le feu, en réunissant les parties divisées les premières, en fait une

matière homogène, dure et transparente à un certain degré, sans aucune diminution de pesanteur, et à laquelle il n'est plus capable de causer aucune altération; celles-ci au contraire, dans lesquelles il entre une plus grande quantité de principes actifs et volatils, et qui se calcinent, perdent au feu plus du tiers de leur poids, et reprennent simplement la forme de terre, sans autre altération que la désunion de leurs principes : ces matières exceptées, qui ne sont pas en graud nombre, et dont les combinaisons ne produisent pas de grandes variétés dans la nature, toutes les autres substances, et particulièrement l'argile, peuvent être converties en verre, et ne sont essentiellement, par conséquent, qu'un verre décomposé. Si le feu fait changer promptement de forme ces substances en les vitrifiant, le verre lui-même, soit qu'il ait sa nature de verre, ou bien celle de sable ou de caillou, se change naturellement en argile, mais par un progrès lent et insensible.

Dans les terrains où le caillou ordinaire est la pierre dominante, les campagnes en sont ordinairement jonchées; et si le lieu est inculte, et que ces cailloux aient été longtemps exposés à l'air sans avoir été remués, leur superficie supérieure est toujours très-blanche, tandis que le côté opposé, qui touche immédiatement à la terre, est très-brun, et conserve sa couleur naturelle. Si on casse plusieurs de ces cailloux, on reconnaitra que la blancheur n'est pas seulement au dehors, mais qu'elle pénètre dans l'intérieur plus ou moins profondément, et y forme une espèce de bande, qui n'a dans de certains cailloux que très-peu d'épaisseur, mais qui dans d'autres occupe presque toute celle du caillou ; cette partie blanche est un peu grenue, entièrement opaque, aussi tendre que la pierre, et elle s'attache à la langue comme les bols, tandis que le reste du caillou est lisse et poli, qu'il n'a ni fil ni grain, et qu'il a conservé sa couleur naturelle, sa transparence et sa même dureté. Si on met dans un fourneau ce même caillou à moitié décomposé, sa partie blanche deviendra d'un rouge couleur de tuile, et sa partie brune d'un très-beau blanc. Qu'on ne dise point, avec un de nos plus célèbres naturalistes, que ces pierres sont des cailloux imparfaits de différents âges, qui n'out pas encore acquis leur perfection; car, pourquoi seraient-ils tous imparfaits? pourquoi le seraient-ils tous du même côté, et du côté qui est exposé à l'air? Il me semble qu'il est aisé de se convaincre que ce sont au contraire des cailloux altérés, décomposés, qui tendent à reprendre la forme et les propriétés de l'argile et du bol dont ils ont été formés. Si c'est conjecturer que de raisonner ainsi, qu'on expose en plein air le caillou le plus caillou (comme parle ce fameux naturaliste), le plus dur et le plus noir, en moins d'une année il changera de couleur à la surface; et si on a la patience de suivre cette expérience, on lui verra perdre insensiblement et par degrés sa dureté, sa transparence et ses autres caractères spécifiques, et approcher de plus en plus chaque jour de la nature de l'argile.

Ce qui arrive au caillou arrive au sable : chaque grain de sable peut être considéré comme un petit caillou, et chaque caillou comme un amas de grains de sable extrêmement fins et exactement engrenés. L'exemple du premier degré de décomposition du sable se trouve dans cette poudre brillante, mais opaque, *mica*, dont nous venons de parler, et dont l'argile et l'ardoise sont toujours parsemés. Les cailloux entièrement transparents, *les quartz*, produisent, en se décomposant, des talcs gras et doux au toucher, aussi pétrissables et ductiles que la glaise, et vitrifiables comme elle, tels que ceux de Venise et de Moscovie; et il me paraît que le talc est un terme moyen entre le verre ou le caillou transparent et l'argile, au lieu que le caillou grossier et impur, en se décomposant, passe à l'argile sans intermède.

Notre verre factice éprouve aussi la même altération : il se décompose à l'air, et se pourrit en quelque façon en séjournant dans les terres; d'abord sa superficie s'irise, s'écaille, s'exfolie, et en le maniant on s'aperçoit qu'il s'en détache des paillettes brillantes; mais, lorsque sa décomposition est plus avancée, il s'écrase entre les doigts et se réduit en poudre talqueuse très-blanche et très-fine; l'art a même imité la nature pour la décomposition du verre et du caillou. *Est etiam certa methodus solius aquæ communis ope silices et arenam in liquorem viscosum, eumdemque in sal viride convertendi, et hoc in oleum rubicundum, etc. Solius ignis et aquæ ope speciali experimento durissimos quoque lapides in mucorum resolvo, qui distillatus subtilem spiritum exhibet et oleum nullis laudibus prædicabile.* Voyez Becher. Phys. subter.

Nous traiterons ces matières encore plus à

fond dans notre discours sur les minéraux, et nous nous contenterons d'ajouter ici que les différentes couches qui couvrent le globe terrestre, étant encore actuellement ou de matières que nous pouvons considérer comme vitrifiées, ou de matières analogues au verre, qui en ont les propriétés les plus essentielles, et qui toutes sont vitrescibles, et que d'ailleurs, comme il est évident que de la décomposition du caillou et du verre, qui se fait chaque jour sous nos yeux, il résulte une véritable terre argileuse, ce n'est donc pas une supposition précaire ou gratuite, que d'avancer, comme je l'ai fait, que les glaises, les argiles et les sables ont été formés par les scories et les écumes vitrifiées du globe terrestre, surtout lorsqu'on y joint les preuves *à priori*, que nous avons données pour faire voir qu'il a été dans un état de liquéfaction causée par le feu.

ADDITIONS

À L'ARTICLE QUI A POUR TITRE,

DE LA PRODUCTION DES COUCHES OU LITS DE TERRE.

Sur les couches ou lits de terre en différents endroits.

Nous avons quelques exemples de fouilles et de puits, dans lesquels on a observé les différentes natures des couches ou lits de terre jusqu'à de certaines profondeurs; celle du puits d'Amsterdam, qui descendait à deux cent trente-deux pieds; celle du puits de Marly-la-Ville, jusqu'à cent pieds; et nous pourrions en citer plusieurs autres exemples, si les observateurs étaient d'accord dans leur nomenclature; mais les uns appellent *marne* ce qui n'est en effet que de l'argile blanche; les autres nomment *caillous* des pierres calcaires arrondies; ils donnent le nom de *sable* à du gravier calcaire: au moyen de quoi l'on ne peut tirer aucun fruit de leurs recherches, ni de leurs longs mémoires sur ces matières, parce qu'il y a partout incertitude sur la nature des substances dont ils parlent; nous nous bornerons donc aux exemples suivants.

Un bon observateur a écrit à un de mes amis, dans les termes suivants, sur les couches de terre dans le voisinage de Toulon: « Il existe ici, dit-« il, un immense dépôt pierreux qui occupe toute « la pente de la chaîne de montagnes que nous « avons au nord de la ville de Toulon, qui s'é-« tend dans la vallée au levant et au couchant, « dont une partie forme le sol de la vallée et va « se perdre dans la mer; cette matière lapidifi-« que est appelée vulgairement *saffre*, et c'est « proprement ce tuf que les naturalistes appel-« lent *marga toffacea fistulosa*. M. Guettard m'a « demandé des éclaircissements sur ce saffre, « pour en faire usage dans ses mémoires, et « quelques morceaux de cette matière pour la « connaître. Je lui ai envoyé les uns et les au-« tres, et je crois qu'il en a été content, car il « m'en a remercié: il vient même de marquer « qu'il reviendra en Provence et à Toulon au « commencement de mal.... Quoi qu'il en soit, « M. Guettard n'aura rien de nouveau à dire « sur ce dépôt; car M. de Buffon a tout dit à « ce sujet dans son premier volume de l'His-« toire Naturelle, à l'article des *Preuves de la* « *Théorie de la terre*; et il semble qu'en fai-« sant cet article, il avait sous les yeux les « montagnes de Toulon et leur croupe.

« A la naissance de cette croupe, qui est d'un « tuf plus ou moins dur, on trouve dans de pe-« tites cavités du noyau de la montagne, quel-« ques mines de très-beau sable, qui sont proba-« blement ces pelottes dont parle M. de Buffon. « En cassant en d'autres endroits la superficie « du noyau, nous trouvons en abondance des « coquilles de mer incorporées avec la pierre... « J'ai plusieurs de ces coquilles, dont l'émail « est assez bien conservé: je les enverrai quel-« que jour à M. de Buffon [1]. »

M. Guettard, qui a fait par lui-même plus d'observations en ce genre qu'aucun autre naturaliste, s'exprime dans les termes suivants, en parlant des montagnes qui environnent Paris:

« Après la terre labourable, qui n'est tout au « plus que de deux ou trois pieds, est placé un « banc de sable, qui a depuis quatre et six pieds « jusqu'à vingt pieds, et souvent même jusqu'à « trente de hauteur: ce banc est communément « rempli de pierres de la nature de la pierre meu-« lière..... Il y a des cantons où l'on rencontre « dans ce banc sableux des masses de grès iso-« lées.

« Au-dessous de ce sable, on trouve un tuf qui « peut avoir depuis dix ou douze jusqu'à trente, « quarante et même cinquante pieds. Ce tuf n'est « cependant pas communément d'une seule

[1] Lettre de M. de Boisy à M. Gueneau de Montbeillard. Toulon, 16 avril 1775.

épaisseur ; il est assez souvent coupé par différents lits de fausse marne, de marne glaiseuse, de *cos*, que les ouvriers appellent *tripoli*, ou de bonne marne, et même de petits bancs de pierres assez dures... Sous ce banc de tuf commencent ceux qui donnent la pierre à bâtir. Ces bancs varient par la hauteur ; ils n'ont guère d'abord qu'un pied. Il s'en trouve dans des cantons trois ou quatre au-dessus l'un de l'autre : ils en précèdent un qui peut être d'environ dix pieds, et dont les surfaces et l'intérieur sont parsemés de noyaux ou d'empreintes de coquilles ; il est suivi d'un autre qui peut avoir quatre pieds ; il porte sur un de sept à huit, ou plutôt sur deux de trois ou quatre. Après ces bancs, il y en a plusieurs autres qui sont petits et qui peuvent former en tout un massif de trois toises au moins ; ce massif est suivi de glaises, avant lesquelles cependant on perce un lit de sable.

« Ce sable est rougeâtre et terreux : il a d'épaisseur deux, deux et demi et trois pieds ; il est noyé d'eau ; il a après lui un banc de fausse glaise bleuâtre, c'est-à-dire d'une terre glaiseuse mêlée de sable : l'épaisseur de ce banc peut avoir deux pieds ; celui qui suit est au moins de cinq, et d'une glaise noire, lisse, dont les cassures sont brillantes, presque comme du jayet ; et enfin cette glaise noire est suivie de la glaise bleue, qui forme un banc de cinq à six pieds d'épaisseur. Dans ces différentes glaises, on trouve des pyrites blanchâtres d'un jaune pâle et de différentes figures... L'eau qui se trouve au-dessous de toutes ces glaises empêche de pénétrer plus avant....

« Le terrain des carrières du canton de Moxouris au baut du faubourg Saint-Marceau, est disposé de la manière suivante :

« 1° La terre labourable, d'un pied d'épaisseur	1	0
« 2° Le tuf, deux toises.	12	0
« 3° Le sable, deux à trois toises.	18	0
« 4° Des terres jaunâtres, deux toises.	12	0
« 5° Le tripoli, c'est-à-dire des terres blanches, grasses, fermes, qui se durcissent au soleil et qui marquent comme la craie, de quatre à cinq toises.	30	0
« 6° Du cailloutage ou mélange de sable gras, de deux toises.	12	0
« 7° De la roche ou rochette, depuis un pied jusqu'à deux.	2	0
« 8° Une espèce de bus appareil ou qui a		
Report.	87	0
peu de hauteur, d'un pied jusqu'à deux.	2	6
« 9° Deux moies de banc blanc, de chacune six, sept à huit pouces.	1	0
« 10° Le souchet, de dix-huit pouces jusqu'à vingt, en y comprenant son bousin.	1	6
« 11° Le banc franc, depuis quinze, dix-huit, jusqu'à trente pouces.	1	6
« 12° Le liais férault, de dix à douze pouces.	1	6
« 13° Le banc vert, d'un pied jusqu'à vingt pouces.	1	0
« 14° Les lambourdes, qui forment deux bancs, un de dix-huit pouces, et l'autre de deux pieds.	3	6
« 15° Plusieurs petits bancs de lambourdes bâtardes ou moins bonnes que les lambourdes ci-dessus ; ils précèdent la nappe d'eau ordinaire du puits : cette nappe est celle que ceux qui fouillent la terre à pots sont obligés de passer pour tirer cette terre ou glaise à poterie, laquelle est entre deux eaux, c'est-à-dire entre cette nappe dont je viens de parler........, et une autre beaucoup plus considérable, qui est au-dessous. »		
En tout	99	0[1]

Au reste, je ne rapporte cet exemple que faute d'autres ; car on voit combien il laisse d'incertitudes sur la nature des différentes terres. On ne peut donc trop exhorter les observateurs à désigner plus exactement la nature des matières dont ils parlent, et à distinguer au moins celles qui sont vitrescibles ou calcaires comme dans l'exemple suivant.

Le sol de la Lorraine est partagé en deux grandes zones toutes différentes et bien distinctes : l'orientale, que couvre la chaîne des Vosges, montagnes primitives, toutes composées de matières vitrifiables et cristallisées, granites, porphyres, jaspes et quartz, jetés par blocs et par groupes, et non par lits et par couches. Dans toute cette chaîne on ne trouve pas le moindre vestige de productions marines, et les collines qui en dérivent sont de sable vitrifiable. Quand elles finissent, et sur une lisière suivie dans toute la ligne de leur chute, commence l'autre zone toute calcaire, toute en couches horizontales ; toute remplie ou plutôt formée de corps marins. *Note communiquée à M. de Buffon par M. l'abbé Bexon*, le 15 mars 1777.

Les bans et les lits de terre du Pérou sont

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1756.

parfaitement horizontaux, et se répondent quelquefois de fort loin dans les différentes montagnes : la plupart de ces montagnes ont deux ou trois cents toises de hauteur, et elles sont presque toujours inaccessibles ; elles sont souvent escarpées comme des murailles, et c'est ce qui permet de voir leurs lits horizontaux, dont ces escarpements présentent l'extrémité. Lorsque le hasard a voulu que quelqu'une fût ronde, et qu'elle se trouve absolument détachée des autres, chacun de ces lits est devenu comme un cylindre très-plat et comme un cône tronqué, qui n'a que très-peu de hauteur ; et ces différents lits placés les uns au-dessous des autres, et distingués par leur couleur et par les divers talus de leur contour, ont souvent donné au tout la forme d'un ouvrage artificiel et fait avec la plus grande régularité. On voit dans ces pays-là les montagnes y prendre continuellement l'aspect d'anciens et somptueux édifices, de chapelles, de châteaux, de dômes. Ce sont quelquefois des fortifications formées de longues courtines munies de boulevards. Il est difficile, en distinguant tous ces objets, et la manière dont leurs couches se répondent, de douter que le terrain ne se soit abaissé tout autour ; il paraît que ces montagnes, dont la base était plus solidement appuyée, sont restées comme des espèces de témoins et de monuments qui indiquent la hauteur qu'avait anciennement le sol de ces contrées.

La montagne des Oiseaux, appelée en arabe *Gebelteir*, est si égale du haut en bas l'espace d'une demi-lieue, qu'elle semble plutôt un mur régulier bâti par la main des hommes, que non pas un rocher fait ainsi par la nature. Le Nil la touche par un très-long espace, et elle est éloignée de quatre journées et demie du Caire, dans l'Égypte supérieure.

Je puis ajouter à ces observations une remarque faite par la plupart des voyageurs, c'est que dans les Arabies le terrain est d'une nature très-différente ; la partie la plus voisine du mont Liban n'offre que des rochers tranchés et culbutés, et c'est ce qu'on appelle l'Arabie pétrée. C'est de cette contrée, dont les sables ont été enlevés par le mouvement des eaux, que s'est formé le terrain stérile de l'Arabie déserte ; tandis que les limons plus légers et toutes les bonnes terres ont été portés plus loin dans la partie que l'on appelle l'Arabie heureuse. Au reste, les revers dans l'Arabie heureuse sont, comme partout ailleurs, plus escarpés vers la mer d'Afrique, c'est-à-dire vers l'occident que vers la mer Rouge, qui est à l'orient.

Sur la roche intérieure du globe.

J'ai dit, que, *dans les collines et dans les autres élévations, on reconnaît facilement la base sur laquelle portent les rochers, mais qu'il n'en est pas de même des grandes montagnes ; que non-seulement leur sommet est de roc vif, de granit, etc., mais que ces rochers portent sur d'autres rochers, à des profondeurs si considérables et dans une si grande étendue de terrain, qu'on ne peut guère s'assurer s'il y a de la terre dessous, et de quelle nature est cette terre : on voit des rochers coupés à pic, qui ont plusieurs centaines de pieds de hauteur ; ces rochers portent sur d'autres qui peut-être n'en ont pas moins : cependant ne peut-on pas conclure du petit au grand ? et, puisque les rochers des petites montagnes dont on voit la base portent sur des terres moins pesantes et moins solides que la pierre, ne peut-on pas croire que la base des hautes montagnes est aussi de terre ?*

J'avoue que cette conjecture, tirée de l'analogie, n'était pas assez fondée ; depuis trente-quatre ans que cela est écrit, j'ai acquis des connaissances et recueilli des faits qui m'ont démontré que les grandes montagnes composées de matières vitrescibles, et produites par l'action du feu primitif, tiennent immédiatement à la roche intérieure du globe, laquelle est elle-même un roc vitreux de la même nature : ces grandes montagnes en font partie et ne sont que des prolongements ou éminences qui se sont formées à la surface du globe dans le temps de sa consolidation ; on doit donc les regarder comme des parties constitutives de la première masse de la terre, au lieu que les collines et les petites montagnes qui portent sur des argiles ou sur des sables vitrescibles, ont été formées par un autre élément, c'est-à-dire par le mouvement et le sédiment des eaux dans un temps bien postérieur à celui de la formation des grandes montagnes produites par le feu primitif[1]. C'est dans ces

[1] L'intérieur des différentes montagnes primitives, que j'ai pénétrées par les puits et galeries des mines à des profondeurs considérables de douze à quinze cents pieds, est partout composé de roc vif vitreux, dans lequel il se trouve de légères anfractuosités irrégulières, d'où il sort de l'eau, des dissolu-

pointes ou parties saillantes qui forment le noyau des montagnes, que se trouvent les filons des métaux ; et ces montagnes ne sont pas les plus hautes de toutes, quoiqu'il y en ait de fort élevées qui contiennent des mines ; mais la plupart de celles où on les trouve sont d'une hauteur moyenne, et toutes sont arrangées uniformément, c'est-à-dire par des élévations insensibles qui tiennent à une chaîne de montagnes considérable, et qui sont coupées de temps en temps par des vallées.

Sur la vitrification des matières calcaires.

J'ai dit que *les matières calcaires sont les seules qu'aucun feu connu n'a pu jusqu'à présent vitrifier, et les seules qui semblent, à cet égard, faire une classe à part, toutes les autres matières du globe pouvant être reduites en verre.*

Je n'avais pas fait alors les expériences par lesquelles je me suis assuré depuis que les matières calcaires peuvent, comme toutes les autres, être réduites en verre ; il ne faut en effet pour cela qu'un feu plus violent que celui de fourneaux ordinaires. On réduit la pierre calcaire en verre au foyer d'un bon miroir ardent : d'ailleurs M. Darcet, savant chimiste, a fondu du spath calcaire, sans addition d'aucune autre matière, aux fourneaux à faire de la porcelaine de M. le comte de Lauraguais : mais ces opérations n'ont été faites que plusieurs années apres la publication de ma *Théorie de la terre*. On savait seulement que, dans les hauts fourneaux qui servent à fondre la mine de fer, le laitier spumeux, blanc et léger, semblable à de la pierre-ponce, qui sort de ces fourneaux lorsqu'ils sont trop échauffés, n'est qu'une matière vitrée qui provient de la castine ou matière calcaire qu'on jette au fourneau pour aider à la fusion de la mine de fer : la seule différence qu'il y ait à l'égard de la vitrification entre les matières calcaires et les matières vitrescibles, c'est que celles-ci sont immédiatement vitrifiées par la violente action du feu, au lieu que les matieres calcaires passent par l'état de calcination et forment de la chaux avant de se vitrifier ; mais elles se vitrifient comme les autres, même au feu de nos fourneaux, dès qu'on les mêle avec des matières vitrescibles, surtout avec celles qui comme l'*aubue* ou terre limoneuse, coulent le plus aisément au feu. On peut donc assurer, sans crainte de se tromper, que généralement toutes les matières du globe peuvent retourner à leur première origine en se réduisant ultérieurement en verre, pourvu qu'on leur administre le degré de feu nécessaire à leur vitrification.

tions vitrioliques et métalliques ; en sorte que l'on peut conclure que tout le noyau de ces montagnes est un roc vif, adhérant à la masse primitive du globe, quoique l'on voie sur leur flanc, du côté des vallées, des masses de terre argileuse, des bancs de pierres calcaires, à des hauteurs assez considérables ; mais ces masses d'argile et ces bancs calcaires sont des résidus du remblai des cavités de la terre, dans lesquelles les eaux ont creusé les vallées, et qui sont de la seconde époque de la nature. (Note communiquee par M. Grignon à M. de Buffon, le 6 août 1777.)

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE VIII

SUR LES COQUILLES ET LES AUTRES PRODUCTIONS DE LA MER, QU'ON TROUVE DANS L'INTÉRIEUR DE LA TERRE.

J'ai souvent examiné des carrières du haut en bas, dont les bancs étaient remplis de coquilles ; j'ai vu des collines entières qui en sont composées, des chaînes de rochers qui en contiennent une grande quantité dans toute leur étendue. Le volume de ces productions de la mer est étonnant, et le nombre de ces dépouilles d'animaux marins est si prodigieux qu'il n'est guère possible d'imaginer qu'il puisse y en avoir davantage dans la mer. C'est en considérant cette multitude innombrable de coquilles et d'autres productions marines, qu'on ne peut pas douter que notre terre n'ait été, pendant un très-long temps, un fond de mer peuplé d'autant de coquillages que l'est actuellement l'Océan : la quantité en est immense, et naturellement on n'imaginerait pas qu'il y eût dans la mer une multitude aussi grande de ces animaux ; ce n'est que par celles des coquilles fossiles et pétrifiées qu'on trouve sur la terre, que nous pouvons en avoir une idée. En effet, il ne faut pas croire, comme se l'imaginent tous les gens qui veulent raisonner sur cela sans en avoir rien vu, qu'on ne trouve ces coquilles que par

hasard, qu'elles sont dispersées çà et là, ou tout au plus par petits tas, comme des coquilles d'huîtres jetées à la porte : c'est par montagnes qu'on les trouve, c'est par bancs de cent et de deux cents lieues de longueur; c'est par collines et par provinces qu'il faut les toiser, souvent dans une épaisseur de cinquante ou soixante pieds, et c'est d'après ces faits qu'il faut raisonner.

Nous ne pouvons donner sur ce sujet un exemple plus frappant que celui des coquilles de Touraine : voici ce qu'en dit l'historien de l'Académie, *année* 1720, *pages* 5 et *suivantes*. « Dans tous les siècles assez peu éclairés et assez dépourvus du génie d'observation et de recherche, pour croire que tout ce qu'on appelle aujourd'hui pierres figurées, et les coquillages même trouvés dans la terre, étaient des jeux de la nature, ou quelques petits accidents particuliers, le hasard a dû mettre au jour une infinité de ces sortes de curiosités que les philosophes mêmes, si c'étaient des philosophes, ne regardaient qu'avec une surprise ignorante ou une légère attention : et tout cela périssoit sans aucun fruit pour le progrès des connaissances. Un potier de terre, qui ne savait ni latin ni grec, fut le premier [1] vers la fin du seizième siècle qui osa dire dans Paris, et à la face de tous les docteurs, que les coquilles fossiles étaient de véritables coquilles déposées autrefois par la mer dans les lieux où elles se trouvaient alors; que des animaux et surtout des poissons, avaient donné aux pierres figurées toutes leurs différentes figures, etc.; et il défia hardiment toute l'école d'Aristote d'attaquer ses preuves : c'est Bernard Palissy, Saintongeois[2], aussi grand physicien que la nature seule en puisse former un : cependant son système a dormi près de cent ans, et le nom même de l'auteur est presque mort. Enfin, les idées de Palissy se sont réveillées dans l'esprit de plusieurs savants; elles ont fait la fortune qu'elles méritaient; on a profité de toutes les coquilles, de toutes les pierres figurées que la terre a fournies : peut-être seulement sont-elles devenues aujourd'hui trop communes, et les conséquences qu'on en tire sont en danger d'être bientôt trop incontestables.

« Malgré cela, ce doit être encore une chose étonnante que le sujet des observations présentes de M. de Réaumur, une masse de 130,080,000 toises cubiques, enfouies sous terre, qui n'est qu'un amas de coquilles ou de fragments de coquilles, sans nul mélange de matière étrangère, ni pierre, ni terre, ni sable : jamais, jusqu'à présent, les coquilles fossiles n'ont paru en cette énorme quantité, et jamais, quoiqu'en une quantité beaucoup moindre, elles n'ont paru sans mélange. C'est en Touraine que se trouve ce prodigieux amas à plus de trente-six lieues de la mer : on l'y connaît, parce que les paysans de ce canton se servent de ces coquilles, qu'ils tirent de terre, comme de marne, pour fertiliser leurs campagnes, qui sans cela seraient absolument stériles. Nous laissons expliquer à M. de Réaumur comment ce moyen assez particulier, et en apparence assez bizarre, leur réussit; nous nous renfermons dans la singularité de ce grand tas de coquilles.

« Ce qu'on tire de terre, et qui ordinairement n'y est pas à plus de huit ou de neuf pieds de profondeur, ce ne sont que de petits fragments de coquilles, très-reconnaissables pour en être des fréquents, car ils ont des cannelures très-bien marquées : seulement ils ont perdu leur luisant et leur vernis, comme presque tous les coquillages qu'on trouve en terre, qui doivent y avoir été longtemps enfouis. Les plus petits fragments, qui ne sont que de la poussière, sont encore reconnaissables pour être des fragments de coquilles, parce qu'ils sont parfaitement de la même matière que les autres; quelquefois il se trouve des coquilles entières. On reconnaît les espèces tant des coquilles entières que des fragments un peu gros : quelques-unes de ces espèces sont connues sur les côtes de Poitou, d'autres appartiennent à des côtes éloignées. Il y a jusqu'à des fragments de plantes marines pierreuses, telles que des madrépores, des champignons de mer, etc. : toute cette matière s'appelle dans le pays du *falun*.

« Le canton qui, en quelque endroit qu'on le fouille, fournit du *falun*, a bien neuf lieues carrées de surface. On ne perce jamais la mi-

[1] Je ne puis m'empêcher d'observer que le sentiment de Palissy avait été celui des anciens : « Conchulas, arenas, buccinas, calculos varié infectos frequenti solo, quibusdam etiam in montibus reperiri, certum signum maris alluvione eos coopertos locos volunt Herodotus, Plato, Strabo, Seneca, Tertullianus, Plutarchus, Ovidius, et alii. » Vide Dausqui : Terra et aqua, pag. 7.

[2] Palissy est né à Agen.

« nière de falun ou *falunière* au delà de vingt « pieds : M. de Réaumur en rapporte les raisons, « qui ne sont prises que de la commodité des « laboureurs et de l'épargne des frais. Ainsi les « falunières peuvent avoir une profondeur beau- « coup plus grande que celle qu'on leur connaît; « cependant nous n'avons fait le calcul des « 130,680,000 toises cubiques, que sur le pied « de dix-huit pieds de profondeur et non pas de « vingt, et nous n'avons mis la lieue qu'à deux « mille deux cents toises : tout a donc été éva- « lué fort bas, et peut-être l'amas de coquilles « est-il de beaucoup plus grand que nous ne l'a- « vons posé; qu'il soit seulement double, com- « bien la merveille augmente-t-elle!

« Dans les faits de physique, de petites cir- « constances, que la plupart des gens ne s'avi- « seraient pas de remarquer, tirent quelquefois « à conséquence et donnent des lumières. M. de « Réaumur a observé que tous les fragments « de coquilles sont dans leur temps posés sur le « plat et horizontalement; de là il a conclu que « cette infinité de fragments ne sont pas venus « de ce que, dans le tas formé d'abord de co- « quilles entières, les supérieures auraient par « leur poids, brisé les inférieures; car de cette « manière il se serait fait des écroulements qui « auraient donné aux fragments une infinité « de positions différentes. Il faut que la mer ait « apporté dans ce lieu-là toutes ces coquilles, « soit entières, soit quelques-unes déjà brisées ; « et, comme elle les apportait flottantes, elles « étaient posées sur le plat et horizontalement ; « après qu'elles ont été toutes déposées au ren- « dez-vous commun, l'extrême longueur du « temps en aura brisé et presque calciné la plus « grande partie sans déranger leur position.

« Il paraît assez par là qu'elles n'ont pu être « apportées que successivement; et en effet com- « ment la mer voiturerait-elle tout à la fois une « si prodigieuse quantité de coquilles, et toutes « dans une position horizontale? elles ont dû « s'assembler dans un même lieu, et par consé- « quent ce lieu a été le fond d'un golfe ou une « espèce de bassin.

« Toutes ces réflexions prouvent que, quoi- « qu'il ait dû rester, et qu'il reste effectivement « sur la terre beaucoup de vestiges du déluge « universel rapporté par l'Écriture-Sainte, ce « n'est point ce déluge qui a produit l'amas des « coquilles de Touraine; peut-être n'y en a-t-il « d'aussi grand amas dans aucun endroit du « fond de la mer : mais enfin le déluge ne les « en aurait pas arrachées, et, s'il l'avait fait, « ç'aurait été avec une impétuosité et une vio- « lence qui n'aurait pas permis à toutes ces co- « quilles d'avoir une même position : elles ont « dû être apportées et déposées doucement, len- « tement, et par conséquent en un temps beau- « coup plus long qu'une année.

« Il faut donc, ou qu'avant, ou qu'après le « déluge la surface de la terre ait été, du moins « en quelques endroits, bien différemment dis- « posée de ce qu'elle est aujourd'hui, que les « mers et les continents y aient eu un autre ar- « rangement, et qu'enfin il y ait eu un grand « golfe au milieu de la Touraine. Les change- « ments qui nous sont connus depuis le temps « des histoires ou des fables qui ont quelque « chose d'historique, sont à la vérité peu consi- « dérables; mais ils nous donnent lieu d'imaginer « aisément ceux que des temps plus longs pour- « raient amener. M. de Réaumur imagine com- « ment le golfe de Touraine tenait à l'Océan, « et quel était le courant qui y chariait des co- « quilles; mais ce n'est qu'une simple conjecture « donnée pour tenir lieu du véritable fait in- « connu, qui sera toujours quelque chose d'ap- « prochant. Pour parler sûrement sur cette ma- « tière, il faudrait avoir des espèces de cartes « géographiques dressées selon toutes les miniè- « res de coquillages enfouis en terre : quelle « quantité d'observations ne faudrait-il pas, et « quel temps pour les avoir! Qui sait cependant « si les sciences n'iront pas un jour jusque-là, « du moins en partie? »

Cette quantité si considérable de coquilles nous étonnera moins, si nous faisons attention à quelques circonstances qu'il est bon de ne pas omettre. La première est que les coquillages se multiplient prodigieusement, et qu'ils croissent en fort peu de temps ; l'abondance d'individus dans chaque espèce prouve leur fécondité. On a un exemple de cette grande multiplication dans les huîtres : on enlève quelquefois dans un seul jour un volume de ces coquillages de plusieurs toises de grosseur ; on diminue considérablement en assez peu de temps les rochers dont on les sépare, et il semble qu'on épuise les autres endroits ou on les pêche : cependant l'année suivante on en retrouve autant qu'il y en avait auparavant ; on ne s'aperçoit pas que la quantité d'huîtres soit diminuée, et je ne sache pas qu'on ait jamais épuisé les endroits où

elles viennent naturellement. Une seconde attention qu'il faut faire, c'est que les coquilles sont d'une substance analogue à la pierre, qu'elles se conservent très-longtemps dans les matières molles, qu'elles se pétrifient aisément dans les matières dures, et que ces productions marines et ces coquilles que nous trouvons sur la terre, étant les dépouilles de plusieurs siècles, elles ont dû former un volume fort considérable.

Il y a, comme on voit, une prodigieuse quantité de coquilles bien conservées dans les marbres, dans les pierres à chaux, dans les craies, dans les marnes, etc. On les trouve, comme je viens de le dire, par collines et par montagnes; elles font souvent plus de la moitié du volume des matières où elles sont contenues: elles paraissent la plupart bien conservées; d'autres sont en fragments, mais assez gros pour qu'on puisse reconnaître à l'œil l'espèce de coquille à laquelle ces fragments appartiennent, et c'est là où se bornent les observations et les connaissances que l'inspection peut nous donner. Mais je vais plus loin: je prétends que les coquilles sont l'intermède que la nature emploie pour former la plupart des pierres; je prétends que les craies, les marnes et les pierres à chaux ne sont composées que de poussière et de détriments de coquilles; que par conséquent la quantité des coquilles détruites est encore infiniment plus considérable que celle des coquilles conservées. On verra dans le discours sur les minéraux les preuves que j'en donnerai; je me contenterai d'indiquer ici le point de vue sous lequel il faut considérer les couches dont le globe est composé. La première couche extérieure est formée du limon de l'air, du sédiment des pluies, des rosées, et des parties végétales ou animales, réduites en particules dans lesquelles l'ancienne organisation n'est pas sensible; les couches intérieures de craie, de marne, de pierre à chaux, de marbre, sont composées de détriments de coquilles et d'autres productions marines, mêlées avec des fragments de coquille ou avec des coquilles entières; mais les sables vitrifiables et l'argile sont les matières dont l'intérieur du globe est composé; elles ont été vitrifiées dans le temps que le globe a pris sa forme, laquelle suppose nécessairement que la matière a été toute en fusion. Le granite, le roc vif, les cailloux et les grès en grande masse, les ardoises, les charbons de terre doivent leur origine au sable et à l'argile, et ils sont aussi disposés par couches: mais les tufs, les grès et les cailloux qui ne sont pas en grande masse, les cristaux, les métaux, les pyrites, la plupart des minéraux, les soufres, etc., sont des matières dont la formation est nouvelle, en comparaison des marbres, des pierres calcinables, des craies, des marnes, et de toutes les autres matières qui sont disposées par couches horizontales, et qui contiennent des coquilles et d'autres débris des productions de la mer.

Comme les dénominations dont je viens de me servir pourraient paraître obscures ou équivoques, je crois qu'il est nécessaire de les expliquer. J'entends par le mot d'argile, non-seulement les argiles blanches, jaunes, mais aussi les glaises bleues, molles, dures, feuilletées, etc., que je regarde comme des scories de verre, ou comme du verre décomposé. Par le mot de sable, j'entends toujours le sable vitrifiable; et non-seulement je comprends sous cette dénomination le sable fin qui produit les grès, et que je regarde comme de la poussière de verre, ou plutôt de pierre-ponce, mais aussi le sable qui provient du grès usé et détruit par le frottement, et encore le sable gros comme du menu gravier, qui provient du granite et du roc vif, qui est aigre, anguleux, rougeâtre, et qu'on trouve assez communément dans le lit des ruisseaux et des rivieres qui tirent immédiatement leurs eaux des hautes montagnes, ou des collines qui sont composées de roc vif ou de granite. La rivière d'Armanson, qui passe à Semur en Auxois, où toutes les pierres sont du roc vif, charrie une grande quantité de ce sable, qui est gros et fort aigre; il est de la même nature que le roc vif, et il n'en est en effet que le débris, comme le gravier calcinable n'est que le débris de la pierre de taille ou du moellon. Au reste, le roc vif et le granite sont une seule et même substance; mais j'ai cru devoir employer les deux dénominations, parce qu'il y a bien des gens qui en font deux matières différentes. Il en est de même des cailloux et des grès en grande masse: je les regarde comme des espèces de rocs vifs ou de granites, et je les appelle cailloux en grande masse, parce qu'ils sont disposés, comme la pierre calcinable, par couches, et pour les distinguer des cailloux et des grès, que j'appelle en petites masses, qui sont les cailloux ronds et les grès que l'on trouve *à la chasse*, comme disent les ouvriers, c'est-à-dire les grès dont les bancs n'ont pas de suite et ne forment pas des carrières continues,

et qui aient une certaine étendue. Ces grès et ces cailloux sont d'une formation plus nouvelle, et n'ont pas la même origine que les cailloux et les grès en grande masse, qui sont disposés par couches. J'entends par la dénomination d'ardoise, non-seulement l'ardoise bleue que tout le monde connaît, mais les ardoises blanches, grises, rougeâtres et tous les schistes. Ces matières se trouvent ordinairement au-dessous de l'argile feuilletée, et semblent n'être en effet que de l'argile, dont les différentes petites couches ont pris corps en se desséchant, ce qui produit les délits qui s'y trouvent. Le charbon de terre, la houille, le jais, sont des matières qui appartiennent aussi à l'argile, et qu'on trouve sous l'argile feuilletée ou sous l'ardoise. Par le mot de tuf j'entends, non-seulement le tuf ordinaire qui paraît troué, et pour ainsi dire, organisé, mais encore toutes les couches de pierre qui se sont faites par le dépôt des eaux courantes, toutes les stalactites, toutes les incrustations, toutes les espèces de pierres fondantes : il n'est pas douteux que ces matières ne soient nouvelles, et qu'elles ne prennent tous les jours de l'accroissement. Le tuf n'est qu'un amas de matières lapidifiques, dans lesquelles on n'aperçoit aucune couche distincte : cette matière est disposée ordinairement en petits cylindres creux, irrégulièrement groupés et formés par des eaux gouttières au pied des montagnes ou sur la pente des collines, qui contiennent des lits de marne ou de pierre tendre et calcinable ; la masse totale de ces cylindres, qui font un des caractères spécifiques de cette espèce de tuf, est toujours ou oblique ou verticale, selon la direction des filets d'eau qui les forment. Ces sortes de carrières parasites n'ont aucune suite : leur étendue est très-bornée en comparaison des carrières ordinaires, et elle est proportionnée à la hauteur des montagnes qui leur fournissent la matière de leur accroissement. Le tuf recevant chaque jour de nouveaux sucs lapidifiques, ces petites colonnes cylindriques, qui laissaient entre elles beaucoup d'intervalle, se confondent à la fin, et avec le temps le tout devient compacte; mais cette matière n'acquiert jamais la dureté de la pierre: c'est alors ce qu'Agricola nomme *marga tofacea fistulosa*. On trouve ordinairement dans ce tuf quantité d'impressions de feuilles d'arbres et de plantes de l'espèce de celles que le terrain des environs produit ; on y trouve aussi assez souvent des coquilles terrestres très-bien conservées, mais jamais de coquilles de mer. Le tuf est donc certainement une matière nouvelle, qui doit être mise dans la classe des stalactites, des pierres fondantes, des incrustations, etc. Toutes ces matières nouvelles sont des espèces de pierres parasites qui se forment aux dépens des autres, mais qui n'arrivent jamais à la vraie pétrification.

Le cristal, toutes les pierres précieuses, toutes celles qui ont une figure régulière, même les cailloux en petites masses qui sont formés par couches concentriques, soit que ces sortes de pierres se trouvent dans les fentes perpendiculaires des rochers, ou partout ailleurs, ne sont que des exsudations des cailloux en grande masse, des sucs concrets de ces mêmes matières, des pierres parasites nouvelles, de vraies stalactites de caillou ou de roc vif.

On ne trouve jamais de coquilles ni dans le roc vif ou granite, ni dans les grès ; au moins je n'en ai jamais vu, quoiqu'on en trouve, et même assez souvent, dans le sable vitrifiable duquel ces matières tirent leur origine : ce qui semble prouver que le sable ne peut s'unir pour former du grès ou du roc vif, que quand il est pur, et que s'il est mêlé de substances d'un autre genre, comme sont les coquilles, ce mélange de parties, qui lui sont hétérogènes, en empêche la réunion. J'ai observé, dans le dessein de m'en assurer, ces petites pelotes qui se forment souvent dans les couches de sable mêlé de coquilles, et je n'y ai jamais trouvé aucune coquille : ces pelotes sont un véritable grès; ce sont des concrétions qui se forment dans le sable aux endroits où il n'est pas mêlé de matières hétérogènes, qui s'opposent à la formation des bancs ou d'autres masses plus grandes que ces pelotes.

Nous avons dit qu'on a trouvé à Amsterdam, qui est un pays dont le terrain est fort bas, des coquilles de mer à cent pieds de profondeur sous terre, et à Marly-la-Ville, à six lieues de Paris, à soixante-quinze pieds : on en trouve de même au fond des mines et dans des bancs de rochers au-dessous d'une hauteur de pierre de cinquante, cent, deux cents et jusqu'à mille pieds d'épaisseur, comme il est aisé de le remarquer dans les Alpes et dans les Pyrénées; il n'y a qu'à examiner de près les rochers coupés à plomb, et on voit que dans les lits inférieurs il y a des coquilles et d'autres productions marines : mais, pour aller par ordre, on en trouve sur les montagnes d'Espagne, sur les Pyrénées, sur les

montagnes de France, sur celles d'Angleterre, dans toutes les carrières de marbre en Flandre, dans les montagnes de Gueldres, dans toutes les collines autour de Paris, dans toutes celles de Bourgogne et de Champagne, en un mot, dans tous les endroits où le fond du terrain n'est pas de grès ou de tuf; et, dans la plupart des lieux dont nous venons de parler, il y a presque dans toutes les pierres plus de coquilles que d'autres matières. J'entends ici par coquilles, non-seulement les dépouilles des coquillages, mais celles des crustacés, comme têtes et pointes d'oursin, et aussi toutes les productions des insectes de mer, comme les madrépores, les coraux, les astroïtes, etc. Je puis assurer, et on s'en convaincra par ses yeux quand on le voudra, que, dans la plupart des pierres calcinables et des marbres, il y a une si grande quantité de ces productions marines, qu'elles paraissent surpasser en volume la matière qui les réunit.

Mais suivons. On trouve ces productions marines dans les Alpes, même au-dessus des plus hautes montagnes, par exemple, au-dessus du mont Cenis; on en trouve dans les montagnes de Gênes, dans les Apennins et dans la plupart des carrières de pierre ou de marbre en Italie. On en voit dans les pierres dont sont bâtis les plus anciens édifices des Romains; il y en a dans les montagnes du Tyrol et dans le centre de l'Italie, au sommet du mont Paterne près de Bologne, dans les mêmes endroits qui produisent cette pierre lumineuse qu'on appelle la pierre de Bologne; on en trouve dans les collines de la Pouille, dans celles de la Calabre, en plusieurs endroits de l'Allemagne et de la Hongrie, et généralement dans tous les lieux élevés de l'Europe. *Voyez sur cela Stenon, Ray, Woodward*, etc.

En Asie et en Afrique les voyageurs en ont remarqué en plusieurs endroits : par exemple, sur la montagne de Castravan au-dessus de Barut, il y a un lit de pierre blanche, mince comme de l'ardoise, dont chaque feuille contient un grand nombre et une grande diversité de poissons; ils sont la plupart fort plats et fort comprimés, comme est la fougère fossile, et ils sont cependant si bien conservés, qu'on y remarque parfaitement jusqu'aux moindres traits des nageoires, des écailles, et de toutes les parties qui distinguent chaque espèce de poisson. On trouve de même beaucoup d'oursins de mer et de coquilles pétrifiées entre Suez et le Caire, et sur toutes les collines et les hauteurs de la Barbarie, la plupart sont exactement conformes aux espèces qu'on prend actuellement dans la mer Rouge. (*Voy. les Voyages de Shaw*, vol. 2, pages 70 et 84.) Dans notre Europe, on trouve des poissons pétrifiés en Suisse, en Allemagne, dans la carrière d'Oningen, etc.

La longue chaîne de montagnes, dit M. Bourguet, qui s'étend d'occident en orient, depuis le fond du Portugal jusqu'aux parties les plus orientales de la Chine, celles qui s'étendent collatéralement du côté du nord et du midi, les montagnes d'Afrique et d'Amérique qui nous sont connues, les vallées et les plaines de l'Europe, renferment toutes des couches de terre et de pierres qui sont remplies de coquillages, et de là on peut conclure pour les autres parties du monde qui nous sont inconnues.

Les îles de l'Europe, celles de l'Asie et de l'Amérique où les Européens ont eu occasion de creuser, soit dans les montagnes, soit dans les plaines, fournissent aussi des coquilles, ce qui fait voir qu'elles ont cela de commun avec les continents qui les avoisinent. (*Voy. Lettres philosophiques, sur la formation des sels*, p. 205.)

En voilà assez pour prouver qu'en effet on trouve des coquilles de mer, des poissons pétrifiés et d'autres productions marines presque dans tous les lieux où on a voulu les chercher, et qu'elles y sont en prodigieuse quantité.

« Il est vrai, dit un auteur anglais (*Tancred Robinson*), qu'il y a eu quelques coquilles de mer dispersées çà et là sur la terre par les armées, par les habitants des villes et des villages, et que la Loubère rapporte, dans son voyage de Siam, que les singes au cap de Bonne-Espérance s'amusent continuellement à transporter des coquilles du rivage de la mer au-dessus des montagnes; mais cela ne peut pas résoudre la question pourquoi ces coquilles sont dispersées dans tous les climats de la terre, et jusque dans l'intérieur des plus hautes montagnes, où elles sont posées par lit, comme elles le sont dans le fond de la mer. »

En lisant une lettre italienne sur les changements arrivés au globe terrestre, imprimée à Paris cette année (1746), je m'attendais à y trouver ce fait rapporté par la Loubère; il s'accorde parfaitement avec les idées de l'auteur : les poissons pétrifiés ne sont, à son avis, que des poissons rares, rejetés de la table des Romains, parce qu'ils n'étaient pas frais; et à l'égard des coquilles, ce sont, dit-il, les pèlerins

de Syrie qui ont rapporté, dans le temps des croisades, celles des mers du Levant qu'on trouve actuellement pétrifiées en France, en Italie et dans les autres états de la chrétienté. Pourquoi n'a-t-il pas ajouté que ce sont les singes qui ont transporté les coquilles au sommet des hautes montagnes et dans tous les lieux où les hommes ne peuvent habiter? cela n'eût rien gâté et eût rendu son explication encore plus vraisemblable. Comment se peut-il que des personnes éclairées et qui se piquent même de philosophie, aient encore des idées aussi fausses sur ce sujet? Nous ne nous contenterons donc pas d'avoir dit qu'on trouve des coquilles pétrifiées dans presque tous les endroits de la terre ou l'on a fouillé, et d'avoir rapporté les témoignages des auteurs d'histoire naturelle : comme on pourrait les soupçonner d'apercevoir, en vue de quelques systèmes, des coquilles où il n'y en a point, nous croyons devoir encore citer les voyageurs qui en ont remarqué par hasard, et dont les yeux moins exercés n'ont pu reconnaître que les coquilles entières et bien conservées; leur témoignage sera peut-être d'une plus grande autorité auprès des gens qui ne sont pas à portée de s'assurer par eux-mêmes de la vérité des faits, et de ceux qui ne connaissent ni les coquilles, ni les pétrifications, et qui, n'étant pas en état d'en faire la comparaison, pourraient douter que les pétrifications fussent en effet de vraies coquilles, et que ces coquilles se trouvassent entassées par millions dans tous les climats de la terre.

Tout le monde peut voir par ses yeux les bancs de coquilles qui sont dans les collines des environs de Paris, surtout dans les carrières de pierre, comme à la Chaussée près de Sèvres, à Issy, à Passy et ailleurs. On trouve à Villers-Cotterets une grande quantité de pierres lenticulaires; les rochers en sont même entièrement formés, et elles y sont mêlées sans aucun ordre avec une espèce de mortier pierreux qui les tient toutes liées ensemble. A Chaumont, on trouve une si grande quantité de coquilles pétrifiées, que toutes les collines, qui ne laissent pas d'être assez élevées, ne paraissent être composées d'autre chose; il en est de même à Courtagnon près de Reims, où le banc de coquilles a près de quatre lieues de largeur sur plusieurs de longueur. Je cite ces endroits, parce qu'ils sont fameux, et que les coquilles y frappent les yeux de tout le monde.

A l'égard des pays étrangers, voici ce que les voyageurs ont observé.

« En Syrie, en Phénicie, la pierre vive qui « sert de base aux rochers du voisinage de La« tikea, est surmontée d'une espèce de craie « molle, et c'est peut-être de là que la ville « a pris son nom de *Promontoire-Blanc*. La « Nakoura, nommée anciennement *Scala Ty« riorum*, ou l'*Echelle des Tyriens*, est à peu « près de la même nature, et l'on y trouve en« core, en y creusant, quantité de toutes sortes « de coraux, de coquilles. *Voyez les Voyages « de Shaw*.

« On ne trouve sur le mont Sinaï que peu de « coquilles fossiles et d'autres semblables mar« ques du déluge, à moins qu'on ne veuille « mettre de ce nombre le tamarin fossile des « montagnes voisines de Sinaï : peut-être que « la matière première dont leurs marbres se sont « formés avait une vertu corrosive et peu pro« pre à les conserver; mais à Corondel, où le « roc approche davantage de la nature de nos « pierres de taille, je trouvai plusieurs coquilles « de moules et quelques pétoncles, comme aussi « un hérisson de mer fort singulier, de l'espèce « de ceux qu'on appelle *spatagi*, mais plus rond « et plus uni. Les ruines du petit village d'Ain« el-Mousa, et plusieurs canaux qui servaient « à y conduire de l'eau, fourmillent de coquil« lages fossiles. Les vieux murs de Suez et ce « qui nous reste encore de son ancien port, ont « été construits des mêmes matériaux, qui « semblent tous avoir été tirés d'un même en« droit. Entre Suez et le Caire, ainsi que sur « toutes les montagnes, hauteurs et collines de « la Libye qui ne sont pas couvertes de sable, « on trouve grande quantité de hérissons de « mer, comme aussi des coquilles bivalves et « de celles qui se terminent en pointe, dont la « plupart sont exactement conformes aux es« pèces qu'on prend encore aujourd'hui dans la « mer Rouge. (*Idem*, tome II, page 84.) Les sa« bles mouvants qui sont dans le voisinage de « Ras-Sem, dans le royaume de Barca, cou« vrent beaucoup de palmiers de hérissons de « mer et d'autres pétrifications que l'on y trouve « communément sans cela. Ras-Sem signifie la « tête du poisson, et est ce qu'on appelle le vil« lage pétrifié, ou l'on prétend qu'on trouve des « hommes, des femmes et des enfants en diver« ses postures et attitudes, qui avec leur bétail, « leurs aliments et leurs meubles, ont été con-

« vertis en pierre : mais à la réserve de ces « sortes de monuments du déluge, dont il est ici « question, et qui ne sont pas particuliers à cet « endroit, tout ce qu'on en dit, sont de vains « contes et fable toute pure, ainsi que je l'ai ap« pris, non seulement par M. Le Maire, qui, « dans le temps qu'il était consul à Tripoli, y « envoya plusieurs personnes pour en prendre « connaissance, mais aussi par des gens graves « et de beaucoup d'esprit, qui ont été eux« mêmes sur les lieux.

« On trouve devant les pyramides certains « morceaux de pierres taillées par le ciseau de « l'ouvrier, et parmi ces pierres on voit des ro« gnures qui ont la figure et la grosseur des len« tilles ; quelques-unes même ressemblent à des « grains d'orge à moitié pelés : or, on prétend « que ce sont des restes de ce que les ouvriers « mangeaient, qui se sont pétrifiés, ce qui ne « me paraît pas vraisemblable, etc. » *Idem*. Ces lentilles et ces grains d'orge sont des pétrifications de coquilles connues par tous les naturalistes sous le nom de pierre lenticulaire.

« On trouve diverses sortes de ces coquillages « dont nous avons parlé, aux environs de Maes« triebt, surtout vers le village de Zichen ou « Tichen, et à la petite montagne appelée des « Huns. » *Voyez le Voyage de Misson*, tome III, page 109.

« Aux environs de Sienne, je n'ai pas man« qué de trouver auprès de Certaldo, selon l'a« vis que vous m'en avez donné, plusieurs « montagnes de sables toutes farcies de diverses « coquilles. Le Monte-Mario, à un mille de « Rome, en est tout rempli ; j'en ai remarqué « dans les Alpes, j'en ai vu en France et ailleurs. « Olearius, Stenon, Cambden, Speed, et quan« tité d'autres auteurs, tant anciens que mo« dernes, nous rapportent le même phénomène. » *Idem*, tome II, page 312.

« L'île de Cérigo était anciennement appelée « Porphyris à cause de la quantité de porphyre « qui s'en tirait. » *Voyage de Thévenot*, tome I, page 25. Or, on sait que le porphyre est composé de pointes d'oursins réunies par un ciment pierreux et très-dur.

« Vis-à-vis le village d'Inchené et sur le « bord oriental du Nil, je trouvai des plantes « pétrifiées qui croissent naturellement dans un « espace de terre qui a environ deux lieues de « longueur sur une largeur très-médiocre : c'est « une production des plus singulières de la na« ture ; ces plantes ressemblent assez au co« rail blanc qu'on trouve dans la mer Rouge. » *Voyage de Paul Lucas*, tome II, pages 380 et 381.

« On trouve sur le mont Liban des pétrifica« tions de plusieurs espèces, et entre autres des « pierres plates où l'on trouve des squelettes de « poissons bien conservés et bien entiers, et aussi « des châtaignes de la mer Rouge avec de petits « buissons de corail de la même mer. » *Idem*, tome III, page 326.

« Sur le Mont-Carmel, nous trouvâmes grande « quantité de pierres qui, à ce qu'on prétend, « ont la figure d'olives, de melons, de pêches « et d'autres fruits que l'on vend d'ordinaire « aux pèlerins, non-seulement comme de sim« ples curiosités, mais aussi comme des re« mèdes contre divers maux. Les olives qui « sont les *lapides judaici* qu'on trouve dans « les boutiques des droguistes, ont toujours « été regardées comme un spécifique pour la « pierre et la gravelle. » *Voyages de Shaw*, t. II, page 70. Ces *lapides judaici* sont des pointes d'oursins.

« M. la Roche, médecin, me donna de ces olives « pétrifiées, dites *lapis judaicus*, qui croissent « en quantité dans ces montagnes, où l'on « trouve, à ce qu'on m'a dit, d'autres pierres « qui représentent parfaitement au dedans des « natures d'hommes et de femmes. » *Voyage de Monconys, première partie*, page 334 ; ceci est l'*hysterolithos*.

« En allant de Smyrne à Tauris, lorsque « nous fûmes à Tocat, les chaleurs étant fort « grandes, nous laissâmes le chemin ordinaire « du côté du nord, pour prendre par les monta« gnes, où il y a toujours de l'ombrage et de la « fraîcheur. En bien des endroits nous trouvâ« mes de la neige et quantité de très-belle « oseille, et sur le haut de quelques-unes de ces « montagnes on trouve des coquilles comme sur « le bord de la mer, ce qui est assez extraordi« naire. » *Tavernier*.

Voici ce que dit Olearius au sujet des coquilles pétrifiées qu'il a remarquées en Perse et dans les rochers des montagnes où sont taillés les sépulcres, près du village de Pyrmaraüs.

« Nous fûmes trois qui montâmes jusque sur « le haut du roc par des précipices effroyables, « nous entr'aidant les uns les autres ; nous y « trouvâmes quatre grandes chambres, et au de« dans plusieurs niches taillées dans le roc pour

« servir de lit : mais ce qui nous surprit le plus, « ce fut que nous trouvâmes dans cette voûte, sur « le haut de la montagne, des coquilles de moules, et, en quelques endroits, en si grande « quantité, qu'il semblait que toute cette roche « ne fût composée que de sables et de coquilles. « En revenant de Perse, nous vîmes, le long de « la mer Caspie, plusieurs de ces montagnes de « coquilles. »

Je pourrais joindre à ce qui vient d'être rapporté, beaucoup d'autres citations que je supprime, pour ne pas ennuyer ceux qui n'ont pas besoin de preuves surabondantes, et qui se sont assurés, comme moi, par leurs yeux, de l'existence de ces coquilles dans tous les lieux où on a voulu les chercher.

On trouve en France non-seulement les coquilles de nos côtes, mais encore des coquilles qu'on n'a jamais vues dans nos mers. Il y a même des naturalistes qui prétendent que la quantité de ces coquilles étrangeres pétrifiées est beaucoup plus grande que celle des coquilles de notre climat : mais je crois cette opinion mal fondée ; car, indépendamment des coquillages qui habitent le fond de la mer et de ceux qui sont difficiles à pêcher, et que, par conséquent, on peut regarder comme inconnus ou même étrangers, quoiqu'ils puissent être nés dans nos mers, je vois en gros, qu'en comparant les pétrifications avec les analogues vivants, il y en a plus de nos côtes que d'autres : par exemple, tous les peignes, la plupart des pétoncles, les moules, les huitres, les glands de mer, la plupart des buccins, les oreilles de mer, le patelles, le cœur de bœuf, les nautilles, les oursins à gros tubercules et à grosses pointes, les oursins châtaignes de mer, les étoiles, les dentales, les tubulites, les astroites, les cerveaux, les coraux, les madrépores, etc., qu'on trouve pétrifiés en tant d'endroits, sont certainement des productions de nos mers ; et, quoiqu'on trouve en grande quantité les cornes d'ammon, les pierres lenticulaires, les pierres judaïques, les columnites, les vertèbres des grandes étoiles, et plusieurs autres pétrifications, comme les grosses vis, le buccin appelé abajour, les sabots, etc., dont l'analogue vivant est étranger ou inconnu, je suis convaincu par mes observations, que le nombre de ces espèces est petit en comparaison de celui des coquilles pétrifiées de nos côtes : d'ailleurs, ce qui fait le fond de nos marbres et de presque toutes nos pierres à chaux et à bâtir, sont des madrépores, des astroites, et toutes ces autres productions formées par les insectes de la mer, et qu'on appelait autrefois plantes marines. Les coquilles, quelque abondantes qu'elles soient, ne font qu'un petit volume en comparaison de ces productions, qui toutes sont originaires de nos mers, et surtout de la Méditerranée.

La mer Rouge est de toutes les mers celle qui produit le plus abondamment des coraux, des madrépores et des plantes marines. Il n'y a peut-être point d'endroit qui en fournisse une plus grande variété que le port de Tor : dans un temps calme, il se présente aux yeux une si grande quantité de ces plantes, que le fond de la mer ressemble à une forêt; il y a des madrépores branchus qui ont jusqu'à huit et dix pieds de hauteur. On en trouve beaucoup dans la mer Méditerranée, à Marseille, près des côtes d'Italie et de Sicile; il y en a aussi en quantité dans la plupart des golfes de l'Océan, autour des îles, sur les bancs, dans tous les climats tempérés où la mer n'a qu'une profondeur médiocre.

M. Peyssonel avait observé et reconnu le premier que les coraux, les madrépores, etc., devaient leur origine à des animaux, et n'étaient pas des plantes, comme on le croyait, et comme leur forme et leur accroissement paraissaient l'indiquer. On a voulu longtemps douter de la vérité de l'observation de M. Peyssonel ; quelques naturalistes, trop prévenus de leurs propres opinions, l'ont même rejetée d'abord avec une espèce de dédain ; cependant ils ont été obligés de reconnaître depuis peu la découverte de M. Peyssonel, et tout le monde est enfin convenu que ces prétendues plantes marines ne sont autre chose que des ruches, ou plutôt des loges de petits animaux qui ressemblent aux poissons des coquilles, en ce qu'ils forment, comme eux, une grande quantité de substance pierreuse, dans laquelle ils habitent, comme les poissons dans leurs coquilles. Ainsi les plantes marines, que d'abord on avait mises au rang des minéraux, ont ensuite passé dans la classe des végétaux, et sont enfin demeurées pour toujours dans celle des animaux.

Il y a des coquillages qui habitent le fond des hautes mers, et qui ne sont jamais jetés sur les rivages : les auteurs les appellent *pelagiæ* pour les distinguer des autres qu'ils appellent *littorales*. Il est à croire que les cornes d'ammon et quelques autres espèces qu'on trouve pétri-

fiées, et dont on n'a pas encore trouvé les analogues vivants, demeurent toujours dans le fond des hautes mers, et qu'ils ont été remplis du sédiment pierreux dans le lieu même où ils étaient : il peut se faire aussi qu'il y ait eu de certains animaux dont l'espèce a péri ; ces coquillages pourraient être du nombre. Les os fossiles extraordinaires qu'on trouve en Sibérie, au Canada, en Irlande et dans plusieurs autres endroits, semblent confirmer cette conjecture ; car jusqu'ici on ne connaît pas d'animal à qui on puisse attribuer ces os qui, pour la plupart, sont d'une grandeur et d'une grosseur démesurée.

On trouve ces coquilles depuis le haut jusqu'au fond des carrières ; on les voit aussi dans des puits beaucoup plus profonds : il y en a au fond des mines de Hongrie. *Voyez Woodward.*

On en trouve à deux cents brasses, c'est-à-dire à mille pieds de profondeur dans les rochers qui bordent l'île de Caldé ; et dans la province de Pembroke en Angleterre. *Voyez Ray's Discourses*, page 178.

Non-seulement on trouve à de grandes profondeurs et au-dessus des plus hautes montagnes des coquilles pétrifiées, mais on en trouve aussi qui n'ont point changé de nature, qui ont encore le luisant, les couleurs et la légèreté des coquilles de la mer : on trouve des glossopètres et d'autres dents de poisson dans leurs mâchoires, et il ne faut, pour se convaincre entièrement sur ce sujet, que regarder la coquille de mer et celle de terre, et les comparer. Il n'y a personne qui, après un examen, même léger, puisse douter un instant que ces coquilles fossiles et pétrifiées ne soient pas les mêmes que celles de la mer ; on y remarque les plus petites articulations, et même les perles que l'animal vivant produit : on remarque que les dents de poisson sont polies et usées à l'extrémité, et qu'elles ont servi pendant le temps que l'animal était vivant.

On trouve aussi presque partout, dans la terre, des coquillages de la même espèce, dont les uns sont petits, les autres gros ; les uns jeunes, les autres vieux ; quelques-uns imparfaits, d'autres entièrement parfaits : on en voit même de petits et de jeunes attachés aux gros.

Le poisson à coquille, appelé *purpura*, a une langue fort longue dont l'extrémité est osseuse et pointue ; elle lui sert comme de tarière pour percer les coquilles des autres poissons et pour se nourrir de leur chair : on trouve communément dans les terres des coquilles qui sont percées de cette façon ; ce qui est une preuve incontestable qu'elles renfermaient autrefois des poissons vivants, et que ces poissons habitaient dans des endroits où il y avait aussi des coquillages de pourpre qui s'en étaient nourris. *Voyez Woodward*, pages 298 et 300.

Les obélisques de Saint-Pierre de Rome, de Saint-Jean de Latran, de la place Navone, viennent, à ce qu'on prétend, des pyramides d'Égypte ; elles sont de granite rouge, lequel est une espèce de roc vif ou de grès fort dur. Cette matière, comme je l'ai dit, ne contient point de coquilles, mais les anciens marbres africains et égyptiens, et les porphyres que l'on a tirés, dit-on, du temple de Salomon et des palais des rois d'Égypte, et que l'on a employés à Rome en différens endroits, sont remplis de coquilles. Le porphyre rouge est composé d'un nombre infini de pointes de l'espèce d'oursin que nous appelons châtaignes de mer ; elles sont posées assez près les unes des autres, et forment tous les petits points blancs qui sont dans ce porphyre. Chacun de ces points blancs laisse voir encore dans son milieu un petit point noir, qui est la section du conduit longitudinal de la pointe de l'oursin. Il y a en Bourgogne, dans un lieu appelé Ficin, à trois lieues de Dijon, une pierre rouge tout à fait semblable au porphyre par sa composition, et qui n'en diffère que par la dureté, n'ayant que celle du marbre, qui n'est pas à beaucoup près si grande que celle du porphyre ; elle est de même entièrement composée de pointes d'oursins, et elle est très-considérable par l'étendue de son lit de carrière et par son épaisseur : on en a fait de très-beaux ouvrages dans cette province, et notamment les gradins du piédestal de la figure équestre de Louis-le-Grand, qu'on a élevée au milieu de la Place Royale à Dijon. Cette pierre n'est pas la seule de cette espèce que je connaisse : il y a dans la même province de Bourgogne, près de la ville de Montbard, une carrière considérable de pierre composée comme le porphyre, mais dont la dureté est encore moindre que celle du marbre. Ce porphyre tendre est composé comme le porphyre dur, et il contient même une plus grande quantité de pointes d'oursins et beaucoup moins de matière rouge. Voilà là donc les mêmes pointes d'oursins que l'on trouve dans le porphyre ancien d'Égypte et dans les nouveaux porphyres de Bourgogne, qui ne diffèrent des anciens que

par le degré de dureté et par le nombre plus ou moins grand des pointes d'oursins qu'ils contiennent.

A l'égard de ce que les curieux appellent du porphyre vert, je crois que c'est plutôt un granite qu'un porphyre; il n'est pas composé de pointes d'oursins, comme le porphyre rouge, et sa substance me paraît semblable à celle du granite commun. En Toscane, dans les pierres dont étaient bâtis les anciens murs de la ville de Volaterra, il y a une grande quantité de coquillages, et cette muraille était faite il y a deux mille cinq cents ans. *Voyez Stenon in Prodromo diss. de solido intrà solidum*, page 63. La plupart des marbres antiques, les porphyres et les autres pierres des plus anciens monuments contiennent donc des coquilles, des pointes d'oursins, et d'autres débris de productions marines, comme les marbres que nous tirons aujourd'hui de nos carrières. Ainsi on ne peut pas douter, indépendamment même du témoignage sacré de l'Écriture-Sainte, qu'avant le déluge la terre n'ait été composée des mêmes matières dont elle l'est aujourd'hui.

Par tout ce que nous venons de dire, on peut être assuré qu'on trouve des coquilles pétrifiées en Europe, en Asie et en Afrique, dans tous les lieux où le hasard a conduit les observateurs : on en trouve aussi en Amérique, au Brésil, dans le Tucuman, dans les terres Magellaniques, et en si grande quantité dans les îles Antilles, qu'au-dessous de la terre labourable, le fond, que les habitants appellent la chaux, n'est autre chose qu'un composé de coquilles, de madrépores, d'astroites et d'autres productions de la mer. Ces observations, qui sont certaines, m'auraient fait penser qu'il y a de même des coquilles, et d'autres productions marines pétrifiées dans la plus grande partie du continent de l'Amérique, et surtout dans les montagnes, comme l'assure Woodward : cependant M. de la Condamine, qui a demeuré pendant plusieurs années au Pérou, m'a assuré qu'il n'en avait pas vu dans les Cordilières; qu'il n'en avait cherché inutilement, et qu'il ne croyait pas qu'il y en eût. Cette exception serait singulière, et les conséquences qu'on en pourrait tirer le seraient encore plus : mais j'avoue que, malgré le témoignage de ce célèbre observateur, je doute encore à cet égard, et que je suis très-porté à croire qu'il y a dans les montagnes du Pérou, comme partout ailleurs, des coquilles et d'autres pétrifications marines, mais qu'elles ne se sont pas offertes à ses yeux. On sait qu'en matière de témoignages, deux témoins positifs qui assurent avoir vu, suffisent pour faire preuve complète, tandis que mille et dix mille témoins négatifs, et qui assurent seulement n'avoir pas vu, ne peuvent que faire naître un doute léger : c'est par cette raison, et parce que la force de l'analogie m'y contraint, que je persiste à croire qu'on trouvera des coquilles sur les montagnes du Pérou, comme on en trouve presque partout ailleurs, surtout si on les cherche sur la croupe de la montagne, et non pas au sommet.

Les montagnes les plus élevées sont ordinairement composées, au sommet, de roc vif, de granite, de grès et d'autres matières vitrifiables, qui ne contiennent que peu ou point de coquilles. Toutes ces matières se sont formées dans les couches du sable de la mer qui recouvraient le dessus de ces montagnes. Lorsque la mer a laissé à découvert ces sommets de montagnes, les sables ont coulé dans les plaines, où ils ont été entraînés par la chute des eaux des pluies, etc.; de sorte qu'il n'est demeuré au-dessus des montagnes que les rochers qui s'étaient formés dans l'intérieur de ces couches de sable. A deux cents, trois cents ou quatre cents toises plus bas que le sommet de ces montagnes, on trouve souvent des matières toutes différentes de celles du sommet, c'est-à-dire des pierres, des marbres et d'autres matières calcinables, lesquelles sont disposées par couches parallèles, et contiennent toutes des coquilles et d'autres productions marines; ainsi il n'est pas étonnant que M. de la Condamine n'ait pas trouvé de coquilles sur ces montagnes, surtout s'il les a cherchées dans les lieux les plus élevés et dans les parties de ces montagnes qui sont composées de roc vif, de grès ou de sable vitrifiable; mais, au-dessous de ces couches de sable et de ces rochers qui font le sommet, il doit y avoir dans les Cordilières, comme dans toutes les autres montagnes, des couches horizontales de pierres, de marbres, de terres, etc., où il se trouvera des coquilles; car, dans tous les pays du monde où l'on a fait des observations, on en a toujours trouvé dans ces couches

Mais supposons un instant que ce fait soit vrai, et qu'en effet il n'y ait aucune production marine dans les montagnes du Pérou, tout ce qu'on en conclura ne sera nullement contraire à notre théorie, et il pourrait bien se faire, ab-

solument parlant, qu'il y ait sur le globe des parties qui n'aient jamais été sous les eaux de la mer, et surtout des parties aussi élevées que le sont les Cordilières : mais en ce cas, il y aurait de belles observations à faire sur ces montagnes; car elles ne seraient pas composées de couches parallèles entre elles, comme toutes les autres le sont. Les matières seraient aussi fort différentes de celles que nous connaissons; il n'y aurait point de fentes perpendiculaires; la composition des rochers et des pierres ne ressemblerait point du tout à la composition des rochers et des pierres des autres pays; et enfin nous trouverions dans ces montagnes l'ancienne structure de la terre, telle qu'elle était originairement et avant que d'être changée et altérée par le mouvement des eaux : nous verrions dans ces climats le premier état du globe, les matières anciennes dont il était composé, la forme, la liaison et l'arrangement naturel de la terre, etc. Mais c'est trop espérer, et sur des fondements trop légers, et je pense qu'il faut nous borner à croire qu'on y trouvera des coquilles, comme on en trouve partout ailleurs.

A l'égard de la manière dont ces coquilles sont disposées et placées dans les couches de terre ou de pierre, voici ce qu'en dit Woodward : « Tous les coquillages qui se trouvent dans une « infinité de couches de terres et de bancs de « rochers, sur les plus hautes montagnes et « dans les carrières et les mines les plus profon- « des, dans les cailloux de cornaline, de chal- « cédoine, etc., et dans les masses de soufre, « de marcassites et d'autres matières minérales « et métalliques, sont remplis de la matière « même qui forme les bancs ou les couches, ou « les masses qui les renferment, et jamais d'au- « cune matière hétérogène, » *page* 206, et *ailleurs*. « La pesanteur spécifique des différentes « espèces de sables ne diffère que très-peu, étant « généralement, par rapport à l'eau, comme « $2\frac{1}{2}$ ou $2\frac{9}{16}$ à 1; et les coquilles de pétoncles, « qui sont à peu près de la même pesanteur, « s'y trouvent ordinairement renfermées en « grand nombre, tandis qu'on a de la peine à y « trouver des écailles d'huîtres, dont la pesan- « teur spécifique n'est environ que comme $2\frac{1}{3}$ à « 1, de hérissons de mer, dont la pesanteur « n'est que comme 2 ou $2\frac{1}{3}$ à 1, ou d'autres es- « pèces de coquilles plus légères : mais au con- « traire, dans la craie, qui est plus légère que « la pierre, n'étant à la pesanteur de l'eau que « comme environ $2\frac{1}{10}$ à 1, on ne trouve que « des coquilles de hérissons de mer et d'autres « espèces de coquilles plus légères. »

Il faut observer que ce que dit ici Woodward ne doit pas être regardé comme règle générale; car on trouve des coquilles plus légères et plus pesantes dans les mêmes matières, par exemple, des pétoncles, des huitres et des oursins dans les mêmes pierres et dans les mêmes terres; et même on peut voir au Cabinet du Roi un pétoncle pétrifié en cornaline, et des oursins pétrifiés en agate : ainsi la différence de la pesanteur spécifique des coquilles n'a pas influé, autant que le prétend Woodward, sur le lieu de leur position dans les couches de terre; et la vraie raison pourquoi les coquilles d'oursins, et d'autres aussi légères, se trouvent plus abondamment dans les craies, c'est que la craie n'est qu'un détriment de coquilles, et que celles des oursins étant plus légères, moins épaisses et plus friables que les autres, elles auront été aisément réduites en poussière et en craie; en sorte qu'il ne se trouve des couches de craie que dans les endroits où il y avait anciennement sous les eaux de la mer une grande abondance de ces coquilles légères, dont les débris ont formé la craie dans laquelle nous trouvons celles qui, ayant résisté au choc et aux frottements, se sont conservées tout entières, ou du moins en parties assez grandes pour que nous puissions les reconnaître.

Nous traiterons ceci plus à fond dans notre discours sur les minéraux; contentons-nous seulement d'avertir ici qu'il faut encore donner une modification aux expressions de Woodward : il paraît dire qu'on trouve des coquilles dans les cailloux, dans les cornalines, dans les chalcédoines, dans les mines, dans les masses de soufre, aussi souvent et en aussi grand nombre que dans les autres matières, au lieu que la vérité est qu'elles sont très-rares dans toutes les matières vitrifiables ou purement inflammables, et qu'au contraire elles sont en prodigieuse abondance dans les craies, dans les marnes, dans les marbres et dans les pierres : en sorte que nous ne prétendons pas dire ici qu'absolument les coquilles les plus légères sont dans les matières légères, et les plus pesantes dans celles qui sont aussi les plus pesantes, mais seulement qu'en général cela se trouve plus souvent ainsi qu'autrement. A la vérité, elles sont toutes également remplies de la substance même qui les

environne, aussi bien celles qu'on trouve dans les couches horizontales, que celles qu'on trouve en plus petit nombre dans les matières qui occupent les fentes perpendiculaires, parce qu'en effet les unes et les autres ont été également formées par les eaux, quoiqu'en différents temps et de différentes façons; les couches horizontales de pierre, de marbre, etc., ayant été formées par les grands mouvements des ondes de la mer, et les cailloux, les cornalines, les chalcédoines et toutes les matières qui sont dans les fentes perpendiculaires, ayant été produites par le mouvement particulier d'une petite quantité d'eau chargée de différents sucs lapidifiques, métalliques, etc.; et, dans les deux cas, ces matières étaient réduites en poudre fine et impalpable, qui a rempli l'intérieur des coquilles si pleinement et si absolument, qu'elle n'y a pas laissé le moindre vide, et qu'elle s'en est fait autant de moules, à peu près comme on voit un cachet se mouler sur le tripoli.

Il y a donc dans les pierres, dans les marbres, etc., une multitude très-grande de coquilles qui sont entières, belles et si peu altérées, qu'on peut aisément les comparer avec les coquilles qu'on conserve dans les cabinets ou qu'on trouve sur les rivages de la mer: elles ont précisément la même figure et la même grandeur; elles sont de la même substance et leur tissu est le même; la matière particulière qui les compose est la même; elle est disposée et arrangée de la même manière; la direction de leurs fibres et des lignes spirales est la même; la composition des petites lames formées par les fibres est la même dans les unes et les autres: on voit dans le même endroit les vestiges ou insertions des tendons par le moyen desquels l'animal était attaché et joint à sa coquille; on y voit les mêmes tubercules, les mêmes stries, les mêmes cannelures; enfin tout est semblable, soit au dedans, soit au dehors de la coquille, dans sa cavité ou sur sa convexité, dans sa substance ou sur sa superficie. D'ailleurs ces coquillages fossiles sont sujets aux mêmes accidents ordinaires que les coquillages de la mer; par exemple, ils sont attachés les plus petits aux plus gros; ils ont des conduits vermiculaires; on y trouve des perles et d'autres choses semblables qui ont été produites par l'animal lorsqu'il habitait sa coquille; leur gravité spécifique est exactement la même que celle de leur espèce qu'on trouve actuellement dans la mer, et par la chimie on y trouve les mêmes choses; en un mot, ils ressemblent exactement à ceux de la mer. *Voyez Woodward.*

J'ai souvent observé moi-même avec une espèce d'étonnement, comme je l'ai déjà dit, des montagnes entières, des chaînes de rochers, des bancs énormes de carrières tout composés de coquilles et d'autres débris de productions marines, qui y sont en si grande quantité, qu'il n'y a pas à beaucoup près autant de volume dans la matière qui les lie.

J'ai vu des champs labourés dans lesquels toutes les pierres étaient des pétoncles pétrifiés; en sorte qu'en fermant les yeux et ramassant au hasard, on pouvait parier de ramasser un pétoncle: j'en ai vu d'entièrement couverts de cornes d'ammon, d'autres dont toutes les pierres étaient des cœurs de bœufs pétrifiés; et plus on examinera la terre, plus on sera convaincu que le nombre de ces pétrifications est infini, et on en conclura qu'il est impossible que tous les animaux qui habitaient ces coquilles aient existé dans le même temps.

J'ai même fait une observation en cherchant ces coquilles qui peut être de quelque utilité; c'est que dans tous les pays où l'on trouve dans les champs et dans les terres labourables un très-grand nombre de ces coquilles pétrifiées, comme pétoncles, cœurs de bœuf, etc., entières, bien conservées, et totalement séparées, on peut être assuré que la pierre de ces pays est *gélisse*. Ces coquilles ne s'en sont séparées en si grand nombre que par l'action de la gelée, qui détruit la pierre et laisse subsister plus longtemps la coquille pétrifiée.

Cette immense quantité de fossiles marins que l'on trouve en tant d'endroits, prouve qu'ils n'y ont pas été transportés par un déluge; car on observe plusieurs milliers de gros rochers et des carrières dans tous les pays où il y a des marbres et de la pierre à chaux, qui sont toutes remplies de vertèbres d'étoiles de mer, de pointes d'oursins, de coquillages et d'autres débris de productions marines. Or, si ces coquilles, qu'on trouve partout, eussent été amenées sur la terre sèche par un déluge ou par une inondation, la plus grande partie serait demeurée sur la surface de la terre, ou du moins elles ne seraient pas enterrées à une grande profondeur, et on ne les trouverait pas dans les marbres les plus solides à sept ou huit cents pieds de profondeur.

Dans toutes les carrières, ces coquilles font partie de la pierre à l'intérieur; et on en voit quelquefois à l'extérieur qui sont recouvertes de stalactites, qui, comme l'on sait, ne sont pas des matières aussi anciennes que la pierre qui contient les coquilles. Une seconde preuve que cela n'est point arrivé par un déluge, c'est que les os, les cornes, les ergots, les ongles, etc., ne se trouvent que très-rarement, et peut-être point du tout, renfermés dans les marbres et dans les autres pierres dures; tandis que si c'était l'effet d'un déluge où tout aurait péri, on y devrait trouver les restes des animaux de la terre aussi bien que ceux des mers. *Voyez Ray's Discourses.*

C'est, comme nous l'avons dit, une supposition bien gratuite, que de prétendre que toute la terre a été dissoute dans l'eau au temps du déluge, et on ne peut donner quelque fondement à cette idée, qu'en supposant un second miracle qui aurait donné à l'eau la propriété d'un dissolvant universel; miracle dont il n'est fait aucune mention dans l'Écriture-Sainte. D'ailleurs, ce qui anéantit la supposition et la rend même contradictoire, c'est que toutes les matières ayant été dissoutes dans l'eau, les coquilles ne l'ont pas été, puisque nous les trouvons entières et bien conservées dans toutes les masses qu'on prétend avoir été dissoutes : cela prouve évidemment qu'il n'y a jamais eu de telle dissolution, et que l'arrangement des couches horizontales et parallèles ne s'est pas fait en un instant, mais par les sédiments qui se sont amoncelés peu à peu, et qui ont enfin produit des hauteurs considérables par la succession des temps; car il est évident, pour tous les gens qui se donneront la peine d'observer, que l'arrangement de toutes les matières qui composent le globe, est l'ouvrage des eaux. Il n'est donc question que de savoir si cet arrangement a été fait dans le même temps : or, nous avons prouvé qu'il n'a pas pu se faire dans le même temps, puisque les matières ne gardent pas l'ordre de la pesanteur spécifique, et qu'il n'y a pas eu de dissolution générale de toutes les matières; donc cet arrangement a été produit par les eaux, ou plutôt par les sédiments qu'elles ont déposés dans la succession des temps : toute autre révolution, tout autre mouvement, toute autre cause aurait produit un arrangement très-différent. D'ailleurs, un accident particulier, une révolution ou un bouleversement, n'aurait pas produit un pareil effet dans le globe tout entier; et si l'arrangement des terres et des couches avait pour cause des révolutions particulières et accidentelles, on trouverait les pierres et les terres disposées différemment en différents pays, au lieu qu'on les trouve partout disposées de même par couches parallèles, horizontales, ou également inclinées.

Voici ce que dit à ce sujet l'historien de l'Académie, année 1718, pages 3 et suiv.

« Des vestiges très-anciens et en très-grand nombre d'inondations qui ont dû être très-étendues, et la manière dont on est obligé de concevoir que les montagnes se sont formées, prouvent assez qu'il est arrivé autrefois à la surface de la terre de grandes révolutions. Autant qu'on en a pu creuser, on n'a presque vu que des ruines, des débris, de vastes décombres entassés pêle-mêle, et qui, par une longue suite de siècles, se sont incorporés ensemble, et unis en une seule masse le plus qu'il a été possible : s'il y a dans le globe de la terre quelque espèce d'organisation régulière, elle est plus profonde, et par conséquent nous sera toujours inconnue, et toutes nos recherches se termineront à fouiller dans les ruines de la croûte extérieure; elles donneront encore assez d'occupation aux philosophes.

« M. de Jussieu a trouvé aux environs de St-Chaumont, dans le Lyonnais, une grande quantité de pierres écailleuses ou feuilletées, dont presque tous les feuillets portaient sur leur superficie l'empreinte ou d'un bout de tige, ou d'une feuille, ou d'un fragment de feuille de quelque plante : les représentations de feuilles étaient toujours exactement étendues, comme si on avait collé les feuilles sur les pierres avec la main; ce qui prouve qu'elles avaient été apportées par de l'eau qui les avait tenues en cet état; elles étaient en différentes situations, et quelquefois deux ou trois se croisaient.

« On imagine bien qu'une feuille déposée par l'eau sur une vase molle, et couverte ensuite d'une autre vase pareille, imprime sur l'une l'image de l'une de ses deux surfaces, et sur l'autre l'image de l'autre surface; de sorte que ces deux lames de vase étant durcies et pétrifiées, elles porteront chacune l'empreinte d'une face différente. Mais ce qu'on aurait cru devoir être, n'est pas : les deux lames ont l'empreinte

« de la même face de la feuille, l'une en relief, « et l'autre en creux. M. de Jussieu a observé, « dans toutes ces pierres figurées de Saint-Chaumont, ce phénomène, qui est assez bizarre; « nous lui en laissons l'explication, pour passer à ce que ces sortes d'observations ont de « plus général et de plus intéressant.

« Toutes les plantes gravées dans les pierres « de Saint-Chaumont sont des plantes étrangères, non-seulement elles ne se retrouvent ni « dans le Lyonnais ni dans le reste de la France, « mais elles ne sont que dans les Indes orientales et dans les climats chauds d'Amérique : « ce sont la plupart des plantes capillaires, et « souvent en particulier des fougères. Leur tissu « dur et serré les a rendues plus propres à se « graver et à se conserver dans les moules autant de temps qu'il a fallu. Quelques feuilles « de plantes des Indes, imprimées dans des « pierres d'Allemagne, ont paru étonnantes à « M. Leibnitz [1] : voici la même merveille infiniment multipliée; il semble même qu'il y « ait à cela une certaine affectation de la nature; dans toutes les pierres de St-Chaumont « on ne trouve pas une seule plante du pays.

« Il est certain, par les coquillages des carrières et des montagnes, que ce pays, ainsi « que beaucoup d'autres, a dû autrefois être « couvert par l'eau de la mer; mais comment « la mer d'Amérique ou celle des Indes orientales y est-elle venue?

« On peut, pour satisfaire à plusieurs phénomènes, supposer avec assez de vraisemblance « que la mer a couvert tout le globe de la terre : « mais alors il n'y avait point de plantes terrestres, et ce n'est qu'après ce temps-là, et lorsqu'une partie du globe a été découverte, qu'il « s'est pu faire les grandes inondations qui ont « transporté des plantes d'un pays dans d'autres fort éloignés.

« M. de Jussieu croit que, comme le lit de la « mer hausse toujours par les terres, le limon, « les sables que les rivières y charrient incessamment, des mers, renfermées d'abord entre certaines digues naturelles, sont venues à « les surmonter et se sont répandues au loin. « Que les digues aient elles-mêmes été minées « par les eaux et s'y soient renversées, ce sera « encore le même effet, pourvu qu'on les suppose d'une grandeur énorme. Dans les premiers temps de la formation de la terre, rien « n'avait encore pris une forme réglée et arrêtée; il a pu se faire alors des révolutions prodigieuses et subites dont nous ne voyons plus « d'exemples, parce que tout est venu à peu « près à un état de consistance, qui n'est pourtant pas tel, que les changements lents et peu « considérables qui arrivent ne nous donnent « lieu d'en imaginer comme possibles d'autres « de même espèce, mais plus grands et plus « prompts.

« Par quelqu'une de ces grandes révolutions, « la mer des Indes, soit orientales, soit occidentales, aura été poussée jusqu'en Europe, et y « aura apporté des plantes étrangères flottantes « sur ses eaux; elle les avait arrachées en chemin, et les allait déposer doucement dans les « lieux où l'eau n'était qu'en petite quantité, et « pouvait s'évaporer. »

[1] Voyez l'Histoire de 1706.

ADDITIONS ET CORRECTIONS

À L'ARTICLE QUI A POUR TITRE,

SUR LES COQUILLAGES ET AUTRES PRODUCTIONS MARINES QU'ON TROUVE DANS L'INTÉRIEUR DE LA TERRE.

Des coquilles fossiles et pétrifiées.

Sur ce que j'ai écrit, au sujet de la lettre italienne, dans laquelle il est dit *que ce sont les pèlerins et autres qui, dans le temps des croisades, ont rapporté de Syrie les coquilles que nous trouvons dans le sein de la terre en France*, etc., ou a pu trouver, comme je le trouve moi-même, que je n'ai pas traité M. de Voltaire assez sérieusement; j'avoue que j'aurais mieux fait de laisser tomber cette opinion que de la relever par une plaisanterie, d'autant que ce n'est pas mon ton, et que c'est peut-être la seule qui soit dans mes écrits. M. de Voltaire est un homme qui, par la supériorité de ses talents, mérite les plus grands égards. On m'apporta cette lettre italienne dans le temps même que je corrigeais la feuille de mon livre où il en est question; je ne lus cette lettre qu'en partie, imaginant que c'était l'ouvrage de quelque érudit d'Italie, qui, d'après ses connaissances historiques, n'avait suivi que son préjugé, sans consulter la nature; et ce ne fut qu'après l'im-

pression de mon volume sur la théorie de la terre, qu'on m'assura que la lettre était de M. de Voltaire : j'eus regret alors à mes expressions. Voilà la vérité : je la déclare autant pour M. de Voltaire, que pour moi-même et pour la postérité, à laquelle je ne voudrais pas laisser douter de la haute estime que j'ai toujours eue pour un homme aussi rare, et qui fait tant d'honneur à son siècle.

L'autorité de M. de Voltaire ayant fait impression sur quelques personnes, il s'en est trouvé qui ont voulu vérifier par eux-mêmes si les objections contre les coquilles avaient quelque fondement, et je crois devoir donner ici l'extrait d'un mémoire qui m'a été envoyé, et qui me paraît n'avoir été fait que dans cette vue :

« En parcourant différentes provinces du « royaume et même de l'Italie, j'ai vu, dit le P. « Chabenat, des pierres figurées de toutes parts, « et dans certains endroits en si grande quan« tité, et arrangées de façon qu'on ne peut s'em« pêcher de croire que ces parties de la terre « n'aient autrefois été le lit de la mer. J'ai vu « des coquillages de toute espèce, et qui sont « parfaitement semblables à leurs analogues vi« vants. J'en ai vu de la même figure et de la « même grandeur : cette observation m'a paru « suffisante pour me persuader que tous ces in« dividus étaient de différents âges, mais qu'ils « étaient de la même espèce. J'ai vu des cornes « d'ammon depuis un demi-pouce jusqu'à près « de trois pieds de diamètre. J'ai vu des péton« cles de toutes les grandeurs, d'autres bivalves « et des univalves également. J'ai vu outre cela « des bélemnites, des champignons de mer, etc.

« La forme et la quantité de toutes ces pierres « figurées nous prouvent presque invincible« ment qu'elles étaient autrefois des animaux « qui vivaient dans la mer. La coquille surtout « dont elles sont couvertes, semble ne laisser « aucun doute, parce que, dans certaines, elle « se trouve aussi luisante, aussi fraîche et aussi « naturelle que dans les vivants ; si elle était « séparée du noyau, on ne croirait pas qu'elle fût « pétrifiée. Il n'en est pas de même de plusieurs « autres pierres figurées que l'on trouve dans cette « vaste et belle plaine qui s'étend depuis Montau« ban jusqu'à Toulouse, depuis Toulouse jusqu'à « Alby et dans les endroits circonvoisins : toute « cette vaste plaine est couverte de terre végé« tale depuis l'épaisseur d'un demi-pied jusqu'à « deux ; ensuite on trouve un lit de gros gra« vier, et de la profondeur d'environ deux pieds ; « au-dessous du lit de gros gravier est un lit de « sable fin, à peu près de la même profondeur ; « et au-dessous du sable fin, on trouve le roc. « J'ai examiné attentivement le gros gravier ; « je l'examine tous les jours, j'y trouve une infi« nité de pierres figurées de la même forme et « de différentes grandeurs. J'y ai vu beaucoup « d'holothuries et d'autres pierres de forme ré« gulière, et parfaitement ressemblantes. Tout « ceci semblait me dire fort intelligiblement que « ce pays-ci avait été anciennement le lit de la « mer, qui par quelque révolution soudaine, « s'en est retirée et y a laissé ses productions « comme dans beaucoup d'autres endroits. Ce« pendant je suspendais mon jugement à cause « des objections de M. de Voltaire. Pour y ré« pondre, j'ai voulu joindre l'expérience à l'ob« servation. »

Le P. Chabenat rapporte ensuite plusieurs expériences pour prouver que les coquilles qui se trouvent dans le sein de la terre sont de la même nature que celles de la mer ; je ne les rapporte pas ici, parce qu'elles n'apprennent rien de nouveau, et que personne ne doute de cette identité de nature entre les coquilles fossiles et les coquilles marines. Enfin le P. Chabenat conclut et termine son mémoire en disant : « On ne « peut donc pas douter que toutes ces coquilles « qui se trouvent dans le sein de la terre, ne « soient de vraies coquilles et des dépouilles des « animaux de la mer qui couvrait autrefois « toutes ces contrées, et que, par conséquent, « les objections de M. de Voltaire ne soient « mal fondées. »

Sur les lieux où l'on a trouvé des coquilles.

Il me serait facile d'ajouter à l'énumération des amas de coquilles qui se trouvent dans toutes les parties du monde, un très-grand nombre d'observations particulières qui m'ont été communiquées depuis trente-quatre ans. J'ai reçu des lettres des îles de l'Amérique, par lesquelles on m'assure que presque dans toutes on trouve des coquilles dans leur état de nature ou pétrifiées dans l'intérieur de la terre, et souvent sous la première couche de la terre végétale ; M. de Bougainville a trouvé aux îles Malouines des pierres qui se divisent par feuillets, sur lesquelles on remarquait des empreintes de coquilles

fossiles d'une espèce inconnue dans ces mers. J'ai reçu des lettres de plusieurs endroits des Grandes-Indes et de l'Afrique, où l'on me marque les mêmes choses. Don Ulloa nous apprend (t. III, p. 314 de son *Voyage*) qu'au Chili, dans le terrain qui s'étend depuis Talca-Guano jusqu'à la Conception, l'on trouve des coquilles de différentes espèces en très-grande quantité et sans aucun mélange de terre, et que c'est avec ces coquilles que l'on fait de la chaux. Il ajoute que cette particularité ne serait pas si remarquable si l'on ne trouvait ces coquilles que dans les lieux bas et dans d'autres parages sur lesquels la mer aurait pu les couvrir; mais ce qu'il y a de singulier, dit-il, c'est que les mêmes tas de coquilles se trouvent dans les collines à cinquante toises de hauteur au-dessus du niveau de la mer. Je ne rapporte pas ce fait comme singulier, mais seulement comme s'accordant avec tous les autres, et comme étant le seul qui me soit connu sur les coquilles fossiles de cette partie du monde, où je suis très-persuadé qu'on trouverait, comme partout ailleurs, des pétrifications marines, à des hauteurs bien plus grandes que cinquante toises au-dessus du niveau de la mer : car le même Don Ulloa a trouvé depuis des coquilles pétrifiées dans les montagnes du Pérou, à plus de deux mille toises de hauteur; et, selon M. Kalm, on voit des coquillages dans l'Amérique septentrionale, sur les sommets de plusieurs montagnes; il dit en avoir vu lui-même sur le sommet de la montagne Bleue. On en trouve aussi dans les craies des environ de Montréal, dans quelques pierres qui se tirent près du lac de Champlain en Canada, et encore dans les parties les plus septentrionales de ce nouveau continent, puisque les Groëlendais croient que le monde a été noyé par un déluge, et qu'ils citent pour garants de cet événement, les coquilles et les os de baleine qui couvrent les montagnes les plus élevées de leur pays.

Si de là on passe en Sibérie, on trouvera également des preuves de l'ancien séjour des eaux de la mer sur tous nos continents. Près de la montagne de Jéniseik, on voit d'autres montagnes moins élevées, sur le sommet desquelles on trouve des amas de coquilles bien conservées dans leur forme et leur couleur naturelles : ces coquilles sont toutes vides, et quelques-unes tombent en poudre dès qu'on les touche; *la mer de cette contrée n'en fournit plus de semblables*, les plus grandes ont un pouce de large, d'autres sont très-petites.

Mais je puis encore citer des faits qu'on sera bien plus à portée de vérifier : chacun dans sa province n'a qu'à ouvrir les yeux, il verra des coquilles dans tous les terrains d'où l'on tire de la pierre pour faire de la chaux; il en trouvera aussi dans la plupart des glaises, quoiqu'en général ces productions marines y soient en bien plus petite quantité que dans les matières calcaires.

Dans le territoire de Dunkerque, au haut de la montagne des Récollets, près de celle de Cassel, à quatre cents pieds du niveau de la basse mer, on trouve un lit de coquillages horizontalement placés et si fortement entassés, que la plus grande partie en sont brisés, et par-dessus ce lit, une couche de sept ou huit pieds de terre et plus; c'est à six lieues de distance de la mer, et ces coquilles sont de la même espèce que celles qu'on trouve actuellement dans la mer [1].

Au mont Gannelon près d'Anet, à quelque distance de Compiègne, il y a plusieurs carrières de très-belles pierres calcaires, entre les différents lits desquelles il se trouve du gravier, mêlé d'une infinité de coquilles ou de portions de coquilles marines très-légères et fort friables : on y trouve aussi des lits d'huîtres ordinaires de la plus belle conservation, dont l'étendue est de plus de cinq quarts de lieue en longueur. Dans l'une de ces carrières, il se trouve trois lits de coquilles dans différents états : dans deux de ces lits, elles sont réduites en parcelles, et on ne peut en reconnaître les espèces, tandis que, dans le troisième lit, ce sont des huîtres qui n'ont souffert d'autre altération qu'une sécheresse excessive : la nature de la coquille, l'émail et la figure sont les mêmes que dans l'analogue vivant; mais ces coquilles ont acquis de la légèreté et se détachent par feuillets. Ces carrières sont au pied de la montagne et un peu en pente. En descendant dans la plaine, on trouve beaucoup d'huîtres, qui ne sont ni changées, ni dénaturées, ni desséchées comme les premières; elles ont le même poids et le même émail que celles que l'on tire tous les jours de la mer [2].

Aux environs de Paris, les coquilles marines

[1] Mémoire pour la Subdélégation de Dunkerque, relativement à l'histoire naturelle de ce canton.

[2] Extrait d'une lettre de M. Leschevin à M. de Buffon; Compiègne, le 8 octobre 1772.

ne sont pas moins communes que dans les endroits qu'on vient de nommer. Les carrières de Bougival, où l'on tire de la marne, fournissent une espèce d'huîtres d'une moyenne grandeur : on pourrait les appeler *huîtres tronquées, ailées et lisses*, parce qu'elles ont le talon aplati, et qu'elles sont comme tronquées en devant. Près Belleville, où l'on tire du grès, on trouve une masse de sable dans la terre, qui contient des corps branchus, qui pourraient bien être du corail ou des madrépores devenus grès ; ces corps marins ne sont pas dans le sable même, mais dans les pierres qui contiennent aussi des coquilles de différents genres, telles que des vis, des univalves et des bivalves [1].

La Suisse n'est pas moins abondante en corps marins fossiles que la France et les autres contrées dont on vient de parler ; on trouve au *mont Pilate*, dans le canton de Lucerne, des coquillages de mer pétrifiés, des arêtes et des carcasses de poissons. C'est au-dessous de la *corne de Dôme* où l'on en rencontre le plus ; on y a aussi trouvé du corail, des pierres d'ardoise qui se lèvent aisément par feuillets, dans lesquelles on trouve presque toujours un poisson. Depuis quelques années, on a même trouvé des crânes entiers et des mâchoires de poissons garnies de leurs dents [2].

M. Altman observe que, dans une des parties les plus élevées des Alpes, aux environs de Grindelvald, où se forment les fameux Gletchers, il y a de très-belles carrières de marbre, qu'il a fait graver sur une des planches qui représentent ces montagnes : ces carrières de marbre ne sont qu'à quelques pas de distance du Gletcher. Ces marbres sont de différentes couleurs ; il y en a du jaspé, du blanc, du jaune, du rouge, du vert : on transporte l'hiver ces marbres sur des traîneaux par-dessus les neiges jusqu'à Underseen, où on les embarque pour les mener à Berne par le lac de Thorne, et ensuite par la rivière d'Are. Ainsi les marbres et les pierres calcaires se trouvent, comme l'on voit, à une très-grande hauteur dans cette partie des Alpes.

M. Cappeler, en faisant des recherches sur le mont Grimsel dans les Alpes, a observé que les collines et monts peu élevés qui confinent aux vallées, sont en bonne partie composés de pierre de taille ou pierre mollasse, d'un grain plus ou moins fin et plus ou moins serré. Les sommités des monts sont composées, pour la plupart, de pierre à chaux de différentes couleurs et dureté : les montagnes, plus élevées que ces rochers calcaires, sont composées de granites et d'autres pierres qui paraissent tenir de la nature du granite et de celle de l'émeri ; c'est dans ces pierres graniteuses que se fait la première génération du cristal de roche, au lieu que, dans les bancs de pierre à chaux qui sont au-dessous, l'on ne trouve que des concrétions calcaires et des spaths. En général, on a remarqué sur toutes les coquilles, soit fossiles, soit pétrifiées, qu'il y a certaines espèces qui se rencontrent constamment ensemble, tandis que d'autres ne se trouvent jamais dans ces mêmes endroits. Il en est de même dans la mer, où certaines espèces de ces animaux testacés se tiennent constamment ensemble, de même que certaines plantes croissent toujours ensemble à la surface de la terre.

On a prétendu trop généralement qu'il n'y avait point de coquilles ni d'autres productions de la mer sur les plus hautes montagnes. Il est vrai qu'il y a plusieurs sommets et un grand nombre de pics qui ne sont composés que de granites et de rochers vitrescibles dans lesquels on n'aperçoit aucun mélange, aucune empreinte de coquille ni d'aucun autre débris de productions marines ; mais il y a un bien plus grand nombre de montagnes, et même quelques-unes fort élevées, où l'on trouve de ces débris marins. M. Costa, professeur d'anatomie et de botanique en l'Université de Perpignan, a trouvé, en 1774, sur la montagne de Nas, située au midi de la Cerdagne espagnole, l'une des plus hautes parties des Pyrénées, à quelques toises au-dessous du sommet de cette montagne, une très-grande quantité de pierres lenticulées, c'est-à-dire des blocs composés de pierres lenticulaires, et ces blocs étaient de différentes formes et de différents volumes ; les plus gros pouvaient peser quarante ou cinquante livres. Il a observé que la partie de la montagne où ces pierres lenticulaires se trouvent, semblait s'être affaissée ; il vit en effet dans cet endroit une dépression irrégulière, oblique, très-inclinée à l'horizon, dont une des extrémités regarde le haut de la montagne, et l'autre le bas. Il ne put apercevoir distinctement les dimensions de cet affaissement à cause de la neige qui le recou-

[1] Mémoire de M. Guettard. Académie des Sciences, année 1754, page 492.

[2] Promenade au mont Pilate. Journal étranger, mois de mars 1756.

vrait presque partout, quoique ce fût au mois d'août. Les bancs de pierres qui environnent ces pierres lenticulées, ainsi que ceux qui sont immédiatement au-dessous, sont calcaires jusqu'à plus de cent toises toujours en descendant. Cette montagne de Nas, à en juger par le coup d'œil, semble aussi élevée que le Canigou; elle ne présente nulle part aucune trace de volcan.

Je pourrais citer cent et cent autres exemples de coquilles marines trouvées dans une infinité d'endroits, tant en France que dans les différentes provinces de l'Europe; mais ce serait grossir inutilement cet ouvrage de faits particuliers déjà trop multipliés, et dont on ne peut s'empêcher de tirer la conséquence très-évidente, que nos terres actuellement habitées ont autrefois été, et pendant fort longtemps, couvertes par les mers.

Je dois seulement observer, et on vient de le voir, qu'on trouve ces coquilles marines dans des états différents : les unes pétrifiées, c'est-à-dire moulées sur une matière pierreuse, et les autres dans leur état naturel, c'est-à-dire telles qu'elles existent dans la mer. La quantité de coquilles pétrifiées qui ne sont proprement que des pierres figurées par les coquilles, est infiniment plus grande que celle des coquilles fossiles, et ordinairement on ne trouve pas les unes et les autres ensemble, ni même dans les lieux contigus. Ce n'est guère que dans le voisinage et à quelques lieues de distance de la mer que l'on trouve des lits de coquilles dans leur état de nature, et ces coquilles sont communément les mêmes que dans les mers voisines : c'est au contraire dans les terres plus éloignées de la mer et sur les plus hautes colines que l'on trouve presque partout des coquilles pétrifiées, dont un grand nombre d'espèces n'appartiennent point à nos mers, et dont plusieurs même n'ont aucun analogue vivant; ce sont ces espèces anciennes dont nous avons parlé, qui n'ont existé que dans les temps de la grande chaleur du globe. De plus de cent espèces de cornes d'ammon que l'on pourrait compter, dit un de nos savants académiciens, et qui se trouvent en France aux environs de Paris, de Rouen, de Dive, de Langres et de Lyon, dans les Cévennes, en Provence et en Poitou, en Angleterre, en Allemagne et dans d'autres contrées de l'Europe, il n'y en a qu'une seule espèce, nommée *nautilus papyraceus*, qui se trouve dans nos mers, et cinq à six espèces qui naissent dans les mers étrangeres [1].

Sur les grandes volutes appelées Cornes d'Ammon, et sur quelques grands ossements d'animaux terrestres.

J'ai dit, « qu'il est à croire que les cornes « d'ammon et quelques autres espèces qu'on « trouve pétrifiées, et dont on n'a pas encore « trouvé les analogues vivants, demeurent tou- « jours dans le fond des hautes mers, et qu'elles « ont été remplies du sédiment pierreux dans « le lieu même où elles étaient; qu'il peut se « faire aussi qu'il y ait eu de certains animaux « dont l'espèce a péri, et que ces coquillages « pourraient être du nombre; que les os fossi- « les extraordinaires qu'on trouve en Sibérie, au « Canada, en Irlande et dans plusieurs autres « endroits, semblent confirmer cette conjecture; « car jusqu'ici on ne connait pas d'animal à qui « on puisse attribuer ces os qui, pour la plu- « part, sont d'une grandeur et d'une grosseur « démesurée. »

J'ai deux observations essentielles à faire sur ce passage : la première, c'est que ces cornes d'ammon, qui paraissent faire un genre plutôt qu'une espèce dans la classe des animaux à coquilles, tant elles sont différentes les unes des autres par la forme et la grandeur, sont réellement les dépouilles d'autant d'espèces qui ont péri et ne subsistent plus. J'en ai vu de si petites qu'elles n'avaient pas une ligne, et d'autres si grandes qu'elles avaient plus de trois pieds de diamètre. Des observateurs dignes de foi m'ont assuré en avoir vu de beaucoup plus grandes encore, et entre autres une de huit pieds de diamètre sur un pied d'épaisseur. Ces différentes cornes d'ammon paraissent former des espèces distinctement séparées : les unes sont plus, les autres moins aplaties; il y en a de plus ou de moins cannelées, toutes spirales, mais différemment terminées tant à leur centre qu'à leurs extrémités : et ces animaux, si nombreux autrefois, ne se trouvent plus dans aucune de nos mers; ils ne nous sont connus que par leurs dépouilles, dont je ne puis mieux représenter le nombre immense que par un exemple que j'ai tous les jours sous les yeux. C'est dans une minière de fer en grain près d'Étivey, à trois lieues

[1] Voyez les Mém. de l'Académie des Sciences, année 1722, p. 242.

de mes forges de Buffon ; minière qui est ouverte il y a plus de cent cinquante ans, et dont on a tiré depuis ce temps tout le minerai qui s'est consommé à la forge d'Aisy ; c'est là, dis-je, que l'on voit une si grande quantité de ces cornes d'ammon entières et en fragments, qu'il semble que la plus grande partie de la minière a été modelée dans ses coquilles. La mine de Conflans en Lorraine, qui se traite au fourneau de Saint-Loup en Franche-Comté, n'est de même composée que de bélemnites et de cornes d'ammon : ces dernières coquilles ferrugineuses sont de grandeurs si différentes, qu'il y en a du poids depuis un gros jusqu'à deux cents livres[1]. Je pourrais citer d'autres endroits où elles sont également abondantes. Il en est de même des bélemnites, des pierres lenticulaires et de quantité d'autres coquillages dont on ne retrouve point aujourd'hui les analogues vivants dans aucune région de la mer, quoiqu'elles soient presque universellement répandues sur la surface entière de la terre. Je suis persuadé que toutes ces espèces, qui n'existent plus, ont autrefois subsisté pendant tout le temps que la température du globe et des eaux de la mer était plus chaude qu'elle ne l'est aujourd'hui, et qu'il pourra de même arriver, à mesure que le globe se refroidira, que d'autres espèces actuellement vivantes cesseront de se multiplier, et périront, comme ces premières ont péri, par le refroidissement.

La seconde observation, c'est que quelques-uns de ces ossements énormes, que je croyais appartenir à des animaux inconnus, et dont je supposais les espèces perdues, nous ont paru néanmoins, après les avoir scrupuleusement examinés, appartenir à l'espèce de l'éléphant et à celle de l'hippopotame, mais, à la vérité, à des éléphants et des hippopotames plus grands que ceux du temps présent. Je ne connais dans les animaux terrestres qu'une seule espèce perdue : c'est celle de l'animal dont j'ai décrit les dents molaires avec leurs dimensions ; les autres grosses dents et grands ossements que j'ai pu recueillir, ont appartenu à des éléphants et à des hippopotames.

[1] Mémoires de physique de M. de Grignon.

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE IX.

SUR LES INÉGALITÉS DE LA SURFACE DE LA TERRE.

Les inégalités qui sont à la surface de la terre, qu'on pourrait regarder comme une imperfection à la figure du globe, sont en même temps un disposition favorable et qui était nécessaire pour conserver la végétation et la vie sur le globe terrestre : il ne faut, pour s'en assurer, que se prêter un instant à concevoir ce que serait la terre si elle était égale et régulière à sa surface ; on verra qu'au lieu de ces collines agréables d'où coulent des eaux pures qui entretiennent la verdure de la terre, au lieu de ces campagnes riches et fleuries où les plantes et les animaux trouvent aisément leur subsistance, une triste mer couvrirait le globe entier, et qu'il ne resterait à la terre, de tous ses attributs, que celui d'être une planète obscure, abandonnée, et destinée tout au plus à l'habitation des poissons.

Mais, indépendamment de la nécessité morale, laquelle ne doit que rarement faire preuve en philosophie, il y a une nécessité physique pour que la terre soit irrégulière à sa surface ; et cela, parce qu'en la supposant même parfaitement régulière dans son origine, le mouvement des eaux, les feux souterrains, les vents et les autres causes extérieures auraient nécessairement produit à la longue des irrégularités semblables à celles que nous voyons.

Les plus grande inégalités sont les profondeurs de l'Océan, comparées à l'élévation des montagnes : cette profondeur de l'Océan est fort différente, même à de grandes distances des terres ; on prétend qu'il y a des endroits qui ont jusqu'à une lieue de profondeur : mais cela est rare, et les profondeurs les plus ordinaires sont depuis soixante jusqu'à cent cinquante brasses. Les golfes et les parages voisins des côtes sont bien moins profonds, et les détroits sont ordinairement les endroits de la mer où l'eau a le moins de profondeur.

Pour sonder les profondeurs de la mer, on se sert ordinairement d'un morceau de plomb de trente ou quarante livres, qu'on attache à une petite corde. Cette manière est fort bonne pour les profondeurs ordinaires : mais lorsqu'on veut sonder de grandes profondeurs, on peut tomber dans l'erreur et ne pas trouver de fond où cependant il y en a, parce que la corde étant spécifiquement moins pesante que l'eau, il arrive, après qu'on en a beaucoup dévidé, que le volume de la sonde et celui de la corde ne pèsent plus qu'autant ou moins qu'un pareil volume d'eau ; dès lors la sonde ne descend plus, et elle s'éloigne en ligne oblique en se tenant toujours à la même hauteur : ainsi, pour sonder de grandes profondeurs, il faudrait une chaîne de fer ou d'autre matière plus pesante que l'eau. Il est assez probable que c'est faute d'avoir fait cette attention, que les navigateurs nous disent que la mer n'a pas de fond dans une si grande quantité d'endroits.

En général, les profondeurs dans les hautes mers augmentent ou diminuent d'une manière assez uniforme; et ordinairement plus on s'éloigne des côtes, plus la profondeur est grande : cependant cela n'est pas sans exception, et il y a des endroits au milieu de la mer où l'on trouve des écueils, comme aux Abrolhos dans la mer Atlantique; d'autres où il y a des bancs d'une étendue très-considérable, comme le Grand-Banc, le banc appelé le Borneur dans notre Océan, les bancs et les bas-fonds de l'océan Indien, etc.

De même le long des côtes les profondeurs sont fort inégales : cependant on peut donner comme une règle certaine, que la profondeur de la mer à la côte est toujours proportionnée à la hauteur de cette même côte, en sorte que, si la côte est fort élevée, la profondeur sera fort grande, et au contraire, si la plage est basse et le terrain plat, la profondeur est fort petite, comme dans les fleuves où les rivages élevés annoncent toujours beaucoup de profondeur, et où les grèves et les bords de niveau montrent ordinairement un gué, ou du moins une profondeur médiocre.

Il est encore plus aisé de mesurer la hauteur des montagnes que de sonder les profondeurs des mers, soit au moyen de la géométrie pratique, soit par le baromètre : cet instrument peut donner la hauteur d'une montagne fort exactement, surtout dans les pays où sa variation n'est pas considérable, comme au Pérou et sous les autres climats de l'équateur. On a mesuré par l'un ou l'autre de ces moyens la hauteur de la plupart des éminences qui sont à la surface du globe; par exemple, on a trouvé que les plus hautes montagnes de Suisse sont élevées d'environ seize cents toises au-dessus du niveau de la mer plus que le Canigou, qui est une des plus hautes des Pyrénées (*Voyez l'Hist. de l'Acad.* 1708, *page* 24). Il paraît que ce sont les plus hautes de toute l'Europe, puisqu'il en sort une grande quantité de fleuves qui portent leurs eaux dans différentes mers fort éloignées, comme le Pô, qui se rend dans la mer Adriatique ; le Rhin, qui se perd dans les sables en Hollande ; le Rhône, qui tombe dans la Méditerranée, et le Danube, qui va jusqu'à la mer Noire. Ces quatre fleuves dont les embouchures sont si éloignées les unes des autres, tirent tous une partie de leurs eaux du mont Saint-Gothard et des montagnes voisines, ce qui prouve que ce point est le plus élevé de l'Europe.

Les plus hautes montagnes de l'Asie sont, le mont Taurus, le mont Imaüs, le Caucase et les montagnes du Japon. Toutes ces montagnes sont plus élevées que celles de l'Europe; celles d'Afrique, le grand Atlas et les monts de la Lune sont au moins aussi hautes que celles de l'Asie ; et les plus élevées de toutes sont celles de l'Amérique méridionale, surtout celles du Pérou, qui ont jusqu'à trois mille toises de hauteur au-dessus du niveau de la mer. En général, les montagnes entre les tropiques sont plus élevées que celles des zones tempérées, et celles-ci plus que celles des zones froides; de sorte que plus on approche de l'équateur, et plus les inégalités de la surface de la terre sont grandes. Ces inégalités, quoique fort considérables par rapport à nous, ne sont rien quand on les considère par rapport au globe terrestre. Trois mille toises de différence sur trois mille lieues de diamètre, c'est une toise sur une lieue ou un pied sur deux mille deux cents pieds ; ce qui, sur un globe de deux pieds et demi de diamètre, ne fait pas la sixième partie d'une ligne : ainsi la terre, dont la surface nous paraît traversée et coupée par la hauteur énorme des montagnes et par la profondeur affreuse des mers, n'est cependant, relativement à son volume, que très-légèrement sillonnée d'inégalités si peu sensibles, qu'elles ne peuvent causer aucune différence à la figure du globe.

Dans les continents, les montagnes sont continues et forment des chaînes ; dans les îles, elles paraissent être plus interrompues et plus isolées, et elles s'élèvent ordinairement au-dessus de la mer en forme de cône ou de pyramide, et on les appelle des pieds. Le pic de Ténériffe, dans l'île de Fer, est une des plus hautes montagnes de la terre; elle a près d'une lieue et demie de hauteur perpendiculaire au-dessus du niveau de la mer. Le pic de Saint-George dans l'une des Açores, le pic d'Adam dans l'île de Ceylan, sont aussi fort élevés. Tous ces pics sont composés de rochers entassés les uns sur les autres, et ils vomissent à leur sommet, du feu, des cendres, du bitume, des minéraux et des pierres. Il y a même des îles qui ne sont précisément que des pointes de montagnes, comme l'île Sainte-Hélène, l'île de l'Ascension, la plupart des Canaries et des Açores ; et il faut remarquer que dans la plupart des îles, des promontoires et des autres terres avancées dans la mer, la partie du milieu est toujours la plus élevée, et qu'elles sont ordinairement séparées en deux par des chaînes de montagnes qui les partagent dans leur plus grande longueur, comme en Écosse le mont Grans-Bain, qui s'étend d'orient en occident et partage l'île de la Grande-Bretagne en deux parties : il en est de même des îles de Sumatra, de Luçon, de Bornéo, des Célèbes, de Cuba et de Saint-Domingue, et aussi de l'Italie, qui est traversée dans toute sa longueur par l'Apennin ; de la presqu'île de Corée, de celle de Malaye, etc.

Les montagnes, comme l'on voit, diffèrent beaucoup en hauteur ; les collines sont les plus basses de toutes; ensuite viennent les montagnes médiocrement élevées, qui sont suivies d'un troisième rang de montagnes encore plus hautes, lesquelles, comme les précédentes, sont ordinairement chargées d'arbres et de plantes, mais qui, ni les unes ni les autres, ne fournissent aucune source, excepté au bas; enfin, les plus hautes de toutes les montagnes sont celles sur lesquelles on ne trouve que du sable, des pierres, des cailloux et des rochers dont les pointes s'élèvent souvent jusqu'au-dessus des nues : c'est précisément au pied de ces rochers qu'il y a de petits espaces, de petites plaines, des enfoncements, des espèces de vallons où l'eau de la pluie, la neige et la glace s'arrêtent, et où elles forment des étangs, des marais, des fontaines d'où les fleuves tirent leur origine. *Voyez Lettres philosophiques sur la formation des sels, etc.*

La forme des montagnes est aussi fort différente : les unes forment des chaînes dont la hauteur est assez égale dans une très-longue étendue de terrain, d'autres sont coupées par des vallons très-profonds; les unes ont des contours assez réguliers, d'autres paraissent au premier coup d'œil irrégulières, autant qu'il est possible de l'être ; quelquefois on trouve au milieu d'un vallon ou d'une plaine un monticule isolé : et, de même qu'il y a des montagnes de différentes espèces, il y a aussi deux sortes de plaines, les unes en pays bas, les autres en montagnes : les premières sont ordinairement partagées par le cours de quelque grosse rivière; les autres, quoique d'une étendue considérable, sont sèches, et n'ont tout ou plus que quelque petit ruisseau. Ces plaines en montagnes sont souvent fort élevées, et toujours de difficile accès : elles forment des pays au-dessus des autres pays, comme en Auvergne, en Savoie et dans plusieurs autres pays élevés; le terrain en est ferme et produit beaucoup d'herbes et de plantes odoriférantes, ce qui rend ces dessus de montagnes les meilleurs pâturages du monde.

Le sommet des hautes montagnes est composé de rochers plus ou moins élevés, qui ressemblent, surtout vus de loin, aux ondes de la mer. *Voyez Lettres philosophiques sur la formation des sels.* Ce n'est pas sur cette observation seule quo l'on pourrait assurer, comme nous l'avons fait, que les montagnes ont été formées par les ondes de la mer, et je ne la rapporte que parce qu'elle s'accorde avec toutes les autres. Ce qui prouve évidemment que la mer a couvert et formé les montagnes, ce sont les coquilles et les autres productions marines qu'on trouve partout en si grande quantité, qu'il n'est pas possible qu'elles aient été transportées de la mer actuelle dans des continents aussi éloignés et à des profondeurs aussi considérables. Ce qui le prouve, ce sont les couches horizontales et parallèles qu'on trouve partout, et qui ne peuvent avoir été formées que par les eaux; c'est la composition des matières, même les plus dures, comme de la pierre et du marbre, à laquelle on reconnaît clairement que les matières étaient réduites en poussière avant la formation de ces pierres et de ces marbres, et qu'elles se sont précipitées au fond de l'eau en forme de sédiment; c'est encore l'exatitude

avec laquelle les coquilles sont moulées sur ces matières ; c'est l'intérieur de ces mêmes coquilles, qui est absolument rempli des matières dans lesquelles elles sont renfermées : et enfin ce qui le démontre incontestablement, ce sont les angles correspondants des montagnes et des collines, qu'aucune autre cause que les courants de la mer n'aurait pu former ; c'est l'égalité de la hauteur des collines opposées et les lits des différentes matières qu'on y trouve à la même hauteur ; c'est la direction des montagnes, dont les chaînes s'étendent en longueur dans le même sens, comme l'on voit s'étendre les ondes de la mer.

A l'égard des profondeurs qui sont à la surface de la terre, les plus grandes sont, sans contredit, les profondeurs de la mer : mais, comme elles ne se présentent point à l'œil, et qu'on n'en peut juger que par la sonde, nous n'entendons parler ici que des profondeurs de terre ferme, telles que les profondes vallées que l'on voit entre les montagnes, les précipices qu'on trouve entre les rochers, les abîmes qu'on aperçoit du haut des montagnes, comme l'abîme du mont Ararath, les précipices des Alpes, les vallées des Pyrénées. Ces profondeurs sont une suite naturelle de l'élévation des montagnes ; elles reçoivent les eaux et les terres qui coulent de la montagne ; le terrain en est ordinairement très-fertile et fort habité. Pour les précipices qui sont entre les rochers, ils se forment par l'affaissement des rochers, dont la base cède quelquefois plus d'un côté que de l'autre, par l'action de l'air et de la gelée qui les fait fendre et les sépare, et par la chute impétueuse des torrents, qui s'ouvrent des routes et entraînent tout ce qui s'oppose à leur violence : mais ces abîmes, c'est-à-dire ces énormes et vastes précipices qu'on trouve au sommet des montagnes, et au fond desquels il n'est quelquefois pas possible de descendre, quoiqu'ils aient une demi-lieue ou une lieue de tour, ont été formés par le feu ; ces abîmes étaient autrefois les foyers des volcans, et toute la matière qui y manque en a été rejetée par l'action et l'explosion de ces feux, qui depuis se sont éteints faute de matière combustible. L'abîme du mont Ararath, dont M. de Tournefort donne la description dans son voyage du Levant, est environné de rochers noirs et brûlés, comme seront quelques jours les abîmes de l'Etna, du Vésuve et de tous les autres volcans, lorsqu'ils auront consumé toutes les matières combustibles qu'ils renferment.

Dans l'histoire naturelle de la province de Stafford en Angleterre, par Plot, il est parlé d'une espèce de gouffre qu'on a sondé jusqu'à la profondeur de deux mille six cents pieds perpendiculaires, sans qu'on y ait trouvé d'eau : on n'a pu même en trouver le fond, parce que la corde n'était pas assez longue. *Voyez le Journal des Savants, année* 1680.

Les grandes cavités et les mines profondes sont ordinairement dans les montagnes, et elles ne descendent jamais, à beaucoup près, au niveau des plaines : ainsi nous ne connaissons, par ces cavités, que l'intérieur de la montagne, et point du tout celui du globe.

D'ailleurs, ces profondeurs ne sont pas en effet fort considérables. Ray assure que les mines les plus profondes n'ont pas un demi-mille de profondeur. La mine de Cotteberg, qui, du temps d'Agricola, passait pour la plus profonde de toutes les mines connues, n'avait que deux mille cinq cents pieds de profondeur perpendiculaire. Il est vrai qu'il y a des trous dans certains endroits, comme celui dont nous venons de parler dans la province de Stafford, ou le Poolshole dans la province de Darby en Angleterre, dont la profondeur est peut-être plus grande : mais tout cela n'est rien en comparaison de l'épaisseur du globe.

Si les rois d'Egypte, au lieu d'avoir fait des pyramides et élevé d'aussi fastueux monuments de leurs richesses et de leur vanité, eussent fait la même dépense pour sonder la terre et y faire une profonde excavation, comme d'une lieue de profondeur, on aurait peut-être trouvé des matières qui auraient dédommagé de la peine et de la dépense, ou tout au moins on aurait des connaissances qu'on n'a pas sur les matières dont le globe est composé à l'intérieur ; ce qui serait peut-être fort utile.

Mais revenons aux montagnes. Les plus élevées sont dans les pays méridionaux ; et plus on approche de l'équateur, plus on trouve d'inégalités sur la surface du globe. Ceci est aisé à prouver par une courte énumération des montagnes et des îles.

En Amérique, la chaîne des Cordilières, les plus hautes montagnes de la terre, est précisément sous l'équateur, et elle s'étend des deux côtés bien loin au-delà des cercles qui renferment la zone torride.

En Afrique, les hautes montagnes de la Lune et du Monomotapa, le grand et le petit Atlas, sont sous l'équateur, ou n'en sont pas éloignés.

En Asie, le mont Caucase, dont la chaîne s'étend sous différents noms jusqu'aux montagnes de la Chine, est dans toute cette étendue plus voisin de l'équateur que des pôles.

En Europe, les Pyrénées, les Alpes et les montagnes de la Grèce, qui ne sont que la même chaîne, sont encore moins éloignées de l'équateur que des pôles.

Or ces montagnes, dont nous venons de faire l'énumération, sont toutes plus élevées, plus considérables et plus étendues en longueur et en largeur que les montagnes des pays septentrionaux.

A l'égard de la direction de ces chaînes de montagnes, on verra que les Alpes, prises dans toute leur étendue, forment une chaîne qui traverse le continent entier depuis l'Espagne jusqu'à la Chine : ces montagnes commencent au bord de la mer en Galice, arrivent aux Pyrénées, traversent la France par le Vivarais et l'Auvergne, séparent l'Italie, s'étendent en Allemagne et au-dessus de la Dalmatie jusqu'en Macédoine, et de là se joignent avec les montagnes d'Arménie, le Caucase, le Taurus, l'Imaüs, et s'étendent jusqu'à la mer de Tartarie. De même le mont Atlas traverse le continent entier de l'Afrique d'occident en orient depuis le royaume de Fez jusqu'au détroit de la mer Rouge. Les monts de la Lune ont aussi la même direction.

Mais en Amérique la direction est toute contraire, et les chaînes des Cordilières et des autres montagnes s'étendent du nord au sud plus que d'orient en occident.

Ce que nous observons ici sur les plus grandes éminences du globe, peut s'observer aussi sur les plus grandes profondeurs de la mer. Les plus vastes et les plus hautes mers sont plus voisines de l'équateur que des pôles; et il résulte de cette observation que les plus grandes inégalités du globe se trouvent dans les climats méridionaux. Ces irrégularités qui se trouvent à la surface du globe, sont la cause d'une infinité d'effets ordinaires et extraordinaires; par exemple, entre les rivières de l'Inde et le Gange, il y a une large chersonèse qui est divisée dans son milieu par une chaîne de hautes montagnes que l'on appelle le Gate, qui s'étend du nord au sud depuis les extrémités du mont Caucase jusqu'au cap de Comorin : de l'un des côtés est Malabar, et de l'autre Coromandel; du côté de Malabar, entre cette chaîne de montagnes et la mer, la saison de l'été est depuis le mois de septembre jusqu'au mois d'avril, et pendant tout ce temps le ciel est serein et sans aucune pluie; de l'autre côté de la montagne, sur la côte de Coromandel, cette même saison est leur hiver, et il y pleut tous les jours en abondance; et du mois d'avril au mois de septembre c'est la saison de l'été, tandis que c'est celle de l'hiver en Malabar; en sorte qu'en plusieurs endroits, qui ne sont guère éloignés que de vingt lieues de chemin, on peut, en croisant la montagne, changer de saison. On dit que la même chose se trouve au cap Razalgat en Arabie, et de même à la Jamaïque, qui est séparée dans son milieu par une chaîne de montagnes, dont la direction est de l'est à l'ouest, et que les plantations qui sont au midi de ces montagnes éprouvent la chaleur de l'été, tandis que celles qui sont au nord souffrent la rigueur de l'hiver dans ce même temps. Le Pérou, qui est situé sous la ligne et qui s'étend à environ mille lieues vers le midi, est divisé en trois parties longues et étroites, que les habitants du Pérou appellent *Lanos, Sierras* et *Andes*. Les lanos, qui sont les plaines, s'étendent tout le long de la côte de la mer du Sud; les sierras sont des collines avec quelques vallées; et les andes sont ces fameuses Cordilières, les plus hautes montagnes que l'on connaisse. Les lanos ont dix lieues plus ou moins de largeur; dans plusieurs endroits, les sierras ont vingt lieues de largeur, et les andes autant, quelquefois plus, quelquefois moins : la largeur est de l'est à l'ouest, et la longueur, du nord au sud. Cette partie du monde a ceci de remarquable : 1° dans les lanos, le long de toute cette côte, le vent du sud-ouest souffle constamment, ce qui est contraire à ce qui arrive ordinairement dans la zone torride; 2° il ne pleut ni ne tonne jamais dans les lanos, quoiqu'il y tombe quelquefois un peu de rosée; 3° il pleut presque continuellement sur les andes; 4° dans les sierras, qui sont entre les lanos et les andes, il pleut depuis le mois de septembre jusqu'au mois d'avril.

On s'est aperçu depuis longtemps que les chaînes des plus hautes montagnes allaient d'occident en orient; ensuite, après la découverte du Nouveau-Monde, on a vu qu'il y en avait

de fort considérables qui tournaient du nord au sud : mais personne n'avait découvert, avant M. Bourguet, la surprenante régularité de la structure de ces grandes masses ; il a trouvé après avoir passé trente fois les Alpes en quatorze endroits différents, deux fois l'Apennin, et fait plusieurs tours dans les environs de ces montagnes et dans le mont Jura, que toutes les montagnes sont formées dans leurs contours à peu près comme les ouvrages de fortification. Lorsque le corps d'une montagne va d'occident en orient, elle forme des avances qui regardent, autant qu'il est possible, le nord et le midi : cette régularité admirable est si sensible dans les vallons, qu'il semble qu'on y marche dans un chemin couvert fort régulier ; car si, par exemple, on voyage dans un vallon du nord au sud, on remarque que la montagne qui est à droite forme des avances ou des angles qui regardent l'orient, et ceux de la montagne du côté gauche regardent l'occident ; de sorte que néanmoins les angles saillants de chaque côté répondent réciproquement aux angles rentrants qui leur sont toujours alternativement opposés. Les angles que les montagnes forment dans les grandes vallées, sont moins aigus, parce que la pente est moins raide et qu'ils sont plus éloignés les uns des autres ; et dans les plaines ils ne sont sensibles que dans le cours des rivières, qui en occupent ordinairement le milieu : leurs coudes naturels répondent aux avances les plus marquées ou aux angles les plus avancés des montagnes auxquelles le terrain où les rivières coulent va aboutir. Il est étonnant qu'on n'ait pas aperçu une chose si visible ; et lorsque dans une vallée la pente de l'une des montagnes qui la bordent est moins rapide que celle de l'autre, la rivière prend son cours beaucoup plus près de la montagne la plus rapide, et elle ne coule pas dans le milieu. *Voyez Lettres philosoph. sur la format. des sels.*

On peut joindre à ces observations d'autres observations particulières qui les confirment : par exemple, les montagnes de Suisse sont bien plus rapides, et leur pente est bien plus grande du côté du midi que du côté du nord, et plus grande du côté du couchant que du côté du levant ; on peut le voir dans la montagne Gemmi, dans le mont Brisé, et dans presque toutes les autres montagnes. Les plus hautes de ce pays sont celles qui séparent la Valésie et les Grisons de la Savoie, du Piémont et du Tyrol ; ces pays sont eux-mêmes une continuation de ces montagnes, dont la chaîne s'étend jusqu'à la Méditerranée, et continue même assez loin sous les eaux de cette mer : les montagnes des Pyrénées ne sont aussi qu'une continuation de cette vaste montagne qui commence dans la Valésie supérieure, et dont les branches s'étendent fort loin au couchant et au midi, en se soutenant toujours à une grande hauteur, tandis qu'au contraire du côté du nord et de l'est ces montagnes s'abaissent par degrés jusqu'à devenir des plaines, comme on le voit par les vastes pays que le Rhin, par exemple, et le Danube arrosent avant que d'arriver à leurs embouchures ; au lieu que le Rhône descend avec rapidité vers le midi dans la mer Méditerranée. La même observation sur le penchant plus rapide des montagnes du côté du midi et du couchant que du côté du nord ou du levant, se trouve vraie dans les montagnes d'Angleterre et dans celles de Norwége : mais la partie du monde où cela se voit le plus évidemment, c'est au Pérou et au Chili ; la longue chaîne des Cordillières est coupée très-rapidement du côté du couchant, le long de la mer Pacifique, au lieu que, du côté du levant, elle s'abaisse par degrés dans de vastes plaines arrosées par les plus grandes rivières du monde. *Voyez Transact. philos. Abridg. vol. VI, part.* 2.

M. Bourguet, à qui on doit cette belle observation de la correspondance des angles des montagnes, l'appelle avec raison, la clef de la théorie de la terre ; cependant il me paraît que s'il en eût senti toute l'importance, il l'aurait employée plus heureusement en la liant avec des faits convenables, et qu'il aurait donné une théorie de la terre plus vraisemblable, au lieu que dans son mémoire, dont on a vu l'exposé, il ne présente que le projet d'un système hypothétique, dont la plupart des conséquences sont fausses ou précaires. La théorie que nous avons donnée roule sur quatre faits principaux, desquels on ne peut pas douter après avoir examiné les preuves qui les constatent : le premier est, que la terre est partout, et jusqu'à des profondeurs considérables, composée de couches parallèles et de matières qui ont été autrefois dans un état de mollesse ; le second, que la mer a couvert pendant quelque temps la terre que nous habitons ; le troisième, que les marées et les autres mouvements des eaux produisent des inégalités dans le fond de la mer ; et le quatrième, que

ce sont les courants de la mer qui ont donné aux montagnes la forme de leurs contours, et la direction correspondante dont il est question.

On jugera, après avoir lu les preuves que contiennent les articles suivants, si j'ai eu tort d'assurer que ces faits, solidement établis, établissent aussi la vraie théorie de la terre. Ce que j'ai dit dans le texte au sujet de la formation des montagnes, n'a pas besoin d'une plus ample explication; mais comme on pourrait m'objecter que je ne rends pas raison de la formation des pics ou pointes de montagnes, non plus que de quelques autres faits particuliers, j'ai cru devoir ajouter ici les observations et les réflexions que j'ai faites sur ce sujet.

J'ai tâché de me faire une idée nette et générale de la manière dont sont arrangées les différentes matières qui composent le globe, et il m'a paru qu'on pouvait les considérer d'une manière différente de celle dont on les a vues jusqu'ici; j'en fais deux classes générales, auxquelles je les réduis toutes : la première est celle des matières que nous trouvons posées par couches, par lits, par bancs horizontaux ou régulièrement inclinés; et la seconde comprend toutes les matières qu'on trouve par amas, par filons, par veines perpendiculaires et irrégulièrement inclinées. Dans la première classe sont compris les sables, les argiles, les granites ou le roc vif, les cailloux et les grès en grande masse, les charbons de terre, les ardoises, les schistes, etc., et aussi les marnes, les craies, les pierres calcinables, les marbres, etc. Dans la seconde, je mets les métaux, les minéraux, les cristaux, les pierres fines, et les cailloux en petites masses. Ces deux classes comprennent généralement toutes les matières que nous connaissons : les premières doivent leur origine aux sédiments transportés et déposés par les eaux de la mer, et on doit distinguer celles qui, étant mises à l'épreuve du feu, se calcinent et se réduisent en chaux, de celles qui se fondent et se réduisent en verre; pour les secondes, elles se réduisent toutes en verre, à l'exception de celles que le feu consume entièrement par l'inflammation.

Dans la première classe nous distinguerons d'abord deux espèces de sable : l'une, que je regarde comme la matière la plus abondante du globe, qui est vitrificable, ou plutôt qui n'est qu'un composé de fragments de verre; l'autre, dont la quantité est beaucoup moindre, qui est calcinable et qu'on doit regarder comme du débris ou de la poussière de pierre, et qui ne diffère du gravier que par la grosseur des grains. Le sable vitrifiable est en général posé par couches comme toutes les autres matières : mais ces couches sont souvent interrompues par des masses de rochers de grès, de roc vif, de caillou, et quelquefois ces matières sont aussi des bancs et des lits d'une grande étendue.

En examinant ce sable et ces matières vitrifiables, on n'y trouve que peu de coquilles de mer; et celles qu'on y trouve ne sont pas placées par lits, elles n'y sont que parsemées et comme jetées au hasard : par exemple, je n'en ai jamais vu dans les grès; cette pierre, qui est fort abondante en certains endroits, n'est qu'un composé de parties sablonneuses qui se sont réunies : on ne la trouve que dans les pays où le sable vitrifiable domine, et ordinairement les carrières de grès sont dans des collines pointues, dans des terres sablonneuses et dans des éminences entrecoupées. On peut attaquer ces carrières dans tous les sens; et s'il y a des lits, ils sont beaucoup plus éloignés les uns des autres que dans les carrières de pierres calcinables, ou de marbres : on coupe dans le massif de la carrière de grès des blocs de toutes sortes de dimensions et dans tous les sens, selon le besoin et la plus grande commodité; et quoique le grès soit difficile à travailler, il n'a cependant qu'un genre de dureté, c'est de résister à des coups violents sans s'éclater; car le frottement l'use peu à peu et le réduit aisément en sable, à l'exception de certains clous noirâtres qu'on y trouve, et qui sont d'une matière si dure, que les meilleures limes ne peuvent y mordre. Le roc vif est vitrifiable comme le grès, et il est de la même nature; seulement il est plus dur, et les parties en sont mieux liées : il y a aussi plusieurs clous semblables à ceux dont nous venons de parler, comme on peut le remarquer aisément sur les sommets des hautes montagnes, qui sont pour la plupart de cette espèce de rocher, et sur lesquels on ne peut pas marcher un peu de temps sans s'apercevoir que ces clous coupent et déchirent le cuir des souliers. Ce roc vif qu'on trouve au-dessus des hautes montagnes, et que je regarde comme une espèce de granite, contient une grande quantité de paillettes talqueuses, et il a tous les genres de dureté au point de ne pouvoir être travaillé qu'avec une peine infinie.

J'ai examiné de près la nature de ces clous qu'on trouve dans le grès et dans le roc vif, et j'ai reconnu que c'est une matière métallique fondue et calcinée à un feu très-violent, et qui ressemble parfaitement à de certaines matières rejetées par les volcans, dont j'ai vu une grande quantité étant en Italie, où l'on me dit que les gens du pays les appelaient *schiarri.* Ce sont des masses noirâtres fort pesantes sur lesquelles le feu, l'eau, ni la lime, ne peuvent faire aucune impression, dont la matière est différente de celle de la lave; car celle-ci est une espèce de verre, au lieu que l'autre parait plus métallique que vitrée. Les clous du grès et du roc vif ressemblent beaucoup à cette première matière, ce qui semble prouver encore que toutes ces matières ont été autrefois liquéfiées par le feu.

On voit quelquefois en certains endroits, au plus haut des montagnes, une prodigieuse quantité de blocs d'une grandeur considérable de ce roc vif, mêlé de paillettes talqueuses : leur position est si irrégulière qu'ils paraissent avoir été lancés et jetés au hasard; et on croirait qu'ils sont tombés de quelque hauteur voisine, si les lieux où on les trouve n'étaient pas élevés au-dessus de tous les autres lieux : mais leur substance vitrifiable et leur figure anguleuse et carrée, comme celle des rochers de grès, nous découvrent une origine commune entre ces matières. Ainsi, dans les grandes couches de sable vitrifiable, il se forme des blocs de grès et de roc vif, dont la figure et la situation ne suivent pas exactement la position horizontale de ces couches : peu à peu les pluies ont entraîné du sommet des collines et des montagnes le sable qui les couvrait d'abord, et elles ont commencé par sillonner et découper ces collines dans les intervalles qui se sont trouvés entre les noyaux de grès, comme on voit que sont découpées les collines de Fontainebleau; chaque pointe de colline répond à un noyau qui fait une carrière de grès, et chaque intervalle a été creusé et abaissé par les eaux, qui ont fait couler le sable dans la plaine. De même les plus hautes montagnes, dont les sommets sont composés de roc vif et terminés par ces blocs anguleux dont nous venons de parler, auront autrefois été recouvertes de plusieurs couches de sable vitrifiable dans lequel ces blocs se seront formés; et les pluies ayant entraîné tout le sable qui les couvrait et qui les environnait, ils seront demeurés au sommet des montagnes dans la position où ils auront été formés. Ces blocs présentent ordinairement des pointes au-dessus et à l'extérieur : ils vont en augmentant de grosseur à mesure qu'on descend et qu'on fouille plus profondément; souvent même un bloc en rejoint un autre par la base, ce second un troisième, et ainsi de suite en laissant entre eux des intervalles irréguliers; et comme par la succession des temps les pluies ont enlevé et entraîné tout le sable qui couvroit ces différents noyaux, il ne reste au-dessus des hautes montagnes que les noyaux mêmes qui forment des pointes plus ou moins élevées, et c'est là l'origine des pics ou des cornes de montagnes.

Car supposons, comme il est facile de le prouver par les productions marines qu'on y trouve, que la chaine des montagnes des Alpes ait été autrefois couverte des eaux de la mer, et qu'au-dessus de cette chaine de montagnes il y eût une grande épaisseur de sable vitrifiable que l'eau de la mer y avait transporté et déposé, de la même façon et par les mêmes causes qu'elle a déposé et transporté dans les lieux un peu plus bas de ces montagnes une grande quantité de coquillages, et considérons cette couche extérieure de sable vitrifiable comme posée d'abord de niveau en formant un plat pays de sable au-dessus des montagnes des Alpes, lorsqu'elles étaient encore couvertes des eaux de la mer : il se sera formé dans cette épaisseur de sable des noyaux de roc, de grès, de caillou et de toutes les matières qui prennent leur origine et leur figure dans les sables par une mécanique à peu près semblable à celle de la cristallisation des sels; ces noyaux une fois formés auront soutenu les parties où ils se sont trouvés, et les pluies auront détaché peu à peu tout le sable intermédiaire, aussi bien que celui qui les environnait immédiatement; les torrents, les ruisseaux, en se précipitant du haut de ces montagnes auront entraîné ces sables dans les vallons, dans les plaines, et en auront conduit une partie jusqu'à la mer; de cette façon, le sommet des montagnes se sera trouvé à découvert, et les noyaux déchaussés auront paru dans toute leur hauteur. C'est ce que nous appelons aujourd'hui des pics ou des cornes de montagnes, et ce qui a formé toutes ces éminences pointues qu'on voit en tant d'endroits; c'est aussi là l'origine de ces roches élevées et isolées qu'on trouve à la Chine et dans d'autres endroits, comme en Irlande, où on leur a donné le nom de *Devil's stones* ou

pierres du diable, et dont la formation, aussi bien que celle des pics des montagnes, avait toujours paru une chose difficile à expliquer : cependant l'explication que j'en donne, est si naturelle, qu'elle s'est présentée d'abord à l'esprit de ceux qui ont vu ces roches ; et je dois citer ici ce qu'en dit le père du Tertre dans les Lettres Edifiantes : « De Yan-chuin-yen nous « vinmes à Hotcheou ; nous rencontrâmes en « chemin une chose assez particulière ; ce sont « des roches d'une hauteur extraordinaire et de « la figure d'une grosse tour carrée qu'on voit « plantées au milieu des plus vastes pleines. On « ne sait comment elles se trouvent là, si ce « n'est que ce furent autrefois des montagnes, « et que les eaux du ciel ayant peu à peu fait « ébouler la terre qui environnait ces masses de « pierre, les aient ainsi à la longue escarpées « de toutes parts : ce qui fortifie la conjecture, « c'est que nous en vîmes quelques-unes qui, « vers le bas, sont encore environnées de terre « jusqu'à une certaine hauteur. (Voy. *Lett. Éd.*, rec. 2, t. I).

Le sommet des plus hautes montagnes est donc ordinairement composé de rochers et de plusieurs espèces de granite, de roc vif, de grès, et d'autres matières dures et vitrifiables, et cela souvent jusqu'à deux ou trois cents toises en descendant ; ensuite on y trouve souvent des carrières de marbre ou de pierre dure qui sont remplies de coquilles, et dont la matière est calcinable, comme on peut le remarquer à la grande Chartreuse en Dauphiné et sur le mont Cenis, où les pierres et les marbres qui contiennent les coquilles sont à quelques centaines de toises au-dessous des sommets, des pointes et des pics des plus hautes montagnes, quoique ces pierres remplies de coquilles soient elles-mêmes à plus de mille toises au-dessus du niveau de la mer. Ainsi les montagnes où l'on voit des pointes ou des pics sont ordinairement de roc vitrifiable, et celles dont les sommets sont plats contiennent, pour la plupart, des marbres et des pierres dures remplies de productions marines. Il en est de même des collines lorsqu'elles sont des grès ou de roc vif ; elles sont, pour la plupart, entrecoupées de pointes, d'éminences, de tertres et de cavités, de profondeurs et de petits vallons intermédiaires ; au contraire, celles qui sont composées de pierres calcinables sont à peu près égales dans toute leur hauteur, et elles ne sont interrompues que par des gorges et des vallons plus grands, plus réguliers, et dont les angles sont correspondants ; enfin elles sont couronnées de rochers dont la position est régulière et de niveau.

Quelque différence qui nous paraisse d'abord entre ces deux formes de montagnes, elles viennent cependant toutes deux de la même cause, comme nous venons de le faire voir ; seulement on doit observer que ces pierres calcinables n'ont éprouvé aucune altération, aucun changement, depuis la formation des couches horizontales, au lieu que celles de sable vitrifiable ont pu être altérées et interrompues par la production postérieure des rochers et des blocs anguleux qui se sont formés dans l'intérieur de ce sable. Ces deux espèces de montagnes ont des fentes qui sont presque toujours perpendiculaires dans celles de pierres calcinables et qui paraissent être un peu plus irrégulières dans celles de roc vif et de grès ; c'est dans ces fentes qu'on trouve les métaux, les minéraux, les cristaux, les soufres et toutes les matières de la seconde classe, et c'est au-dessous de ces fentes que les eaux se rassemblent pour pénétrer ensuite plus avant et former les veines d'eau qu'on trouve au-dessous de la surface de la terre

---

ADDITIONS

À L'ARTICLE QUI A POUR TITRE,

DES INÉGALITÉS DE LA SURFACE DE LA TERRE.

Sur la hauteur des montagnes.

Nous avons dit, que *les plus hautes montagnes du globe sont les Cordilières en Amérique, surtout dans la partie de ces montagnes qui est située sous l'équateur et entre les tropiques*. Nos mathématiciens envoyés au Pérou, et quelques autres observateurs, en ont mesuré les hauteurs au-dessus du niveau de la mer du Sud, les uns géométriquement, les autres par le moyen du baromètre, qui, n'étant pas sujet à de grandes variations dans ce climat, donne une mesure presque aussi exacte que celle de la trigonométrie. Voici le résultat de leurs observations.

Hauteur des montagnes les plus élevées de la province de Quito au Pérou.

	toises.
Cota-catché au nord de Quito.	2570

	toises.
Cayambé-orcou, sous l'équateur.	3050
Pitchincha, volcan en 1539, 1577 et 1660.	2430
Antisana, volcan en 1590.	3020
Sinchoulogea, volcan en 1660.	2570
Illinica, présumé volcan.	2717
Coto-Paxi, volcan en 1533, 1742 et 1744.	2950
Chimboraço, volcan : on ignore l'époque de son éruption	3220
Cargavi-Raso, volcan écroulé en 1698.	2450
Tongouragoa, volcan en 1641	2620
El-altau, l'une des montagnes appelées *Coillanes*	2730
Sangaai, volcan actuellement enflammé depuis 1728.	2680

En comparant ces mesures des montagnes de l'Amérique méridionale avec celles de notre continent, on verra qu'elles sont en général élevées d'un quart de plus que celles de l'Europe, et que presque toutes ont été ou sont encore des volcans embrasés; tandis que celles de l'intérieur de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique, même celles qui sont les plus élevées, sont tranquilles depuis un temps immémorial. Il est vrai que, dans plusieurs de ces dernières montagnes, on reconnait assez évidemment l'ancienne existence des volcans, tant par les précipices dont les parois sont noires et brûlées, que par la nature des matières qui environnent ces précipices, et qui s'étendent sur la croupe de ces montagnes : mais comme elles sont situées dans l'intérieur des continents, et maintenant très-éloignées des mers, l'action de ces feux souterrains, qui ne peut produire de grands effets que par le choc de l'eau, a cessé lorsque les mers se sont éloignées; et c'est par cette raison que, dans les Cordilières, dont les racines bordent pour ainsi dire la mer du Sud, la plupart des pics sont des volcans actuellement agissants, tandis que depuis très-longtemps les volcans d'Auvergne, du Vivarais, du Languedoc et ceux d'Allemagne, de la Suisse, etc., en Europe, ceux du mont Ararath en Asie, et ceux du mont Atlas en Afrique, sont absolument éteints.

La hauteur à laquelle les vapeurs se glacent est d'environ 2,400 toises sour la zone torride; et en France, de 1,500 toises de hauteur : les cimes des hautes montagnes surpassent quelquefois cette ligne de 8 à 900 toises, et toute cette hauteur est couverte de neiges qui ne fondent jamais; les nuages (qui s'élèvent le plus haut) ne les surpassent ensuite que de 3 à 400 toises, et n'excèdent par conséquent le niveau des mers que d'environ 3,600 toises : ainsi, s'il y avait des montagnes plus hautes encore, on leur verrait sous la zone torride une ceinture de neige à 2,400 toises au-dessus de la mer, qui finirait à 3,500 ou 2,600 toises, non par la cessation du froid, qui devient toujours plus vif à mesure qu'on s'élève, mais parce que les vapeurs n'iraient pas plus haut [1].

M. de Keralio, savant physicien, a recueilli toutes les mesures prises par différentes personnes sur la hauteur des montagnes dans plusieurs contrées.

En Grèce, M. Bernouilli a déterminé la hauteur de l'Olympe à 1,017 toises : ainsi la neige n'y est pas constante, non plus que sur le Pelion en Thessalie, le Cathalyiium et le Cyilenou; la hauteur de ces monts n'atteint pas le degré de la glace. M. Bouguer donne 2,500 toises de hauteur au pic de Ténériffe, dont le sommet est toujours couvert de neige. L'Etna, les monts Norwégiens, l'Hémus, l'Athos, l'Atlas, le Caucase, et plusieurs autres, tels que le mont Ararath, le Taurus, le Libanon, sont en tout temps couverts de neige à leurs sommets.

	toises.
Selon Pontoppidam, les plus hauts monts de Norwége ont.	3000
Nota. Cette mesure, ainsi que la suivante, me paraissent exagérées.	
Selon M. Brovallius, les plus hauts monts de Suède ont.	2333

Selon les Mémoires de l'Académie royale des Sciences (année 1718), *les plus hautes montagnes de France sont les suivantes :*

	toises.
Le Cantal.	984
Le mont Ventoux.	1036
Le Canigou des Pyrénées.	1441
Le Moussec.	1253
Le Saint-Barthélemy.	1184
Le mont d'Or en Auvergne, volcan éteint.	1048

Selon M. Needhom, les montagnes de Savoie ont en hauteur :

	toises.
Le couvent du grand Saint-Bernard.	1241
Le Roc au sud-ouest de ce mont.	1274
Le mont Sérène.	1282
L'allée Blanche.	1249
Le mont Tourné.	1683
Selon M. Facio de Duiller, le mont Blanc ou la Montagne maudite a.	2213

Il est certain que les principales montagnes de Suisse sont plus hautes que celles de France, d'Espagne, d'Italie et d'Allemagne; plusieurs

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1744.

savants ont déterminé, comme il suit, la hauteur de ces montagnes.

Suivant M. Mikbéli, la plnpart de ces montagnes, comme le Grimselberg, le Wetter-Horn, le Schrekbron, l'Eigbess-Schnéeberg, le Ficherhorn, le Stroubel, le Fourke, le Louk-Manier, le Crispalt, le Mougie, la cime dn Baduts et du Gothard, ont de 2,4000 à 2,750 toises de hauteur au-dessus du niveau de la mer : mais je soupçonne que ces mesures données par M. Mikhéli sont trop fortes, d'autant qu'elles excèdent de moitié celles qu'ont données MM. Cassini, Scheuchzer et Mariotte, qui pourraient bien être trop faibles, mais non pas à cet excès; et ce qui fonde mon doute, c'est que, dans les régions froides et tempérées où l'air est toujonrs orageux, le baromètre est sujet à trop de variations, même inconnues des physiciens, ponr qu'ils puissent compter sur les résultats qu'il présente.

Sur la formation des montagnes.

Toutes les vallées et tons les vallons de la surface de la terre, ainsi que toutes les montagnes et collines, ont eu deux causes primitives : la première est le feu et la seconde l'eau. Lorsque la terre a pris sa consistance, il s'est élevé à sa surface un grand nombre d'aspérités, il s'est fait des boursouflures comme dans un bloc de verre ou de métal fondu. Cette première cause a donc produit les premières et les plus hautes montagnes qui tiennent par leur base à la roche intérieure dn globe, et sous lesqnelles, comme partout ailleurs, il a dû se trouver des cavernes qui se sont affaissées en différents temps : mais, sans considérer ce second événement de l'affaiblissement des cavernes, il est certain qne, dans le premier temps où la surface de la terre s'est consolidée, elle était sillonnée partout de profondenrs et d'éminences uniquement produites par l'action du premier refroidissement. Ensuite, lorsque les eaux se sont dégagées de l'atmosphère, ce qui est arrivé dès que la terre a cessé d'être brûlante an point de les rejeter en vapeurs, ces mêmes eaux ont couvert tonte la surface de la terre actuellement habitée jusqu'à la hauteur de deux mille toises; et, pendant leur long séjour snr nos continents, le mouvement du flux et du reflux et celui des courants ont changé la disposition et la forme des montagnes et des vallées primitives. Ces mouvements auront formé des collines dans les vallées, ils auront recouvert et environné de nouvelles couches de terre le pied et les croupes des montagnes, et les courants auront creusé des sillons, des vallons, dont tous les angles se correspondent. C'est à ces deux causes, dont l'une est bien plns ancienne que l'autre, qu'il faut rapporter la forme extérieure que nous présente la surface de la terre. Ensuite, lorsque les mers se sont abaissées, elles ont produit des escarpements du côté de l'occident où elles s'écoulaient le plns rapidement, et ont laissé des pentes douces du côté de l'orient.

Les éminences qui ont été formées par le sédiment et les dépôts de la mer, ont une structure bien différente de celles qui doivent leur origine au fen primitif : les premières sont toutes disposées par couches horizontales et contiennent une infinité de prodnctions marines : les antres, an contraire, ont nne structure moins régulière et ne renferment aucun indice de productions de la mer. Ces montagnes de première et de seconde formation n'ont rien de commun que les fentes perpendiculaires qui se trouvent dans les unes comme dans les autres ; mais ces fentes sont un effet commun de denx causes bien différentes. Les matières vitrescibles, en se refroidissant, ont diminné de volume et se sont par conséquent fendues de distance en distance : celles qui sont composées de matières calcaires amenées par les eaux se sont fendues par le dessèchement.

J'ai observé plnsieurs fois, sur les collines isolées, que le premier effet des pluies est de dépouiller peu à peu lenr sommet et d'en entraîner les terres, qui forment an pied de la colline nne zone uniforme et très-épaisse de bonne terre, tandis que le sommet est devenu chauve et dépouillé dans son contour ; voilà l'effet que produisent et doivent prodnire les pluies : mais une preuve qu'il y a eu une autre cause qui avait précédemment disposé les matières autour de la colline, c'est que, dans toutes et même dans celles qui sont isolées, il y a toujours un côté où le terrain est meilleur ; elles sont escarpées d'une part et en pente donce de l'autre ; ce qui prouve l'action et la direction du mouvement des eaux d'un côté plns que de l'autre.

Sur la direction des montagnes.

J'ai dit que *la direction des grandes montagnes est du nord au sud en Amérique, et d'occident en orient dans l'ancien continent.* Cette

dernière assertion doit être modifiée : car, quoiqu'il paraisse au premier coup d'œil qu'on puisse suivre les montagnes de l'Espagne jusqu'à la Chine en passant des Pyrénées en Auvergne, aux Alpes, en Allemagne, en Macédoine, au Caucase et autres montagnes de l'Asie, jusqu'à la mer de Tartarie; et quoiqu'il semble de même que le mont Atlas partage d'occident en orient le continent de l'Afrique, cela n'empêche pas que le milieu de cette grande presqu'île ne soit une chaîne continue de hautes montagnes qui s'étend depuis le mont Atlas aux monts de la Lune, et des monts de la Lune jusqu'aux terres du cap de Bonne-Espérance; en sorte que l'Afrique doit être considérée comme composée de montagnes qui en occupent le milieu dans toute sa longueur, et qui sont disposées du nord au sud et dans la même direction que celles de l'Amérique. Les parties de l'Atlas qui s'étendent depuis le milieu et des deux côtés vers l'occident et vers l'orient, ne doivent être considérées que comme des branches de la chaîne principale. Il en sera de même de la partie des monts de la Lune qui s'étend vers l'occident et vers l'orient : ce sont des montagnes collatérales de la branche principale qui occupe l'intérieur, c'est-à-dire le milieu de l'Afrique; et, s'il n'y a point de volcans dans cette prodigieuse étendue de montagnes, c'est parce que la mer est des deux côtés fort éloignée du milieu de cette vaste presqu'île; tandis qu'en Amérique la mer est très-voisine du pied des hautes montagnes, et qu'au lieu de former le milieu de la presqu'île de l'Amérique méridionale, elles sont au contraire toutes situées à l'occident, et que l'étendue des basses terres est en entier du côté de l'orient.

La grande chaîne des Cordilières n'est pas la seule, dans le nouveau continent, qui soit dirigée du nord au sud; car, dans le terrain de la Guiane, à environ cent cinquante lieues de Cayenne, il y a aussi une chaîne d'assez hautes montagnes qui court également du nord au sud : cette montagne est si escarpée du côté qui regarde Cayenne, qu'elle est pour ainsi dire inaccessible. Ce revers à-plomb de la chaîne de montagnes semble indiquer qu'il y a de l'autre côté une pente douce et une bonne terre : aussi la tradition du pays, ou plutôt le témoignage des Espagnols, est qu'il y a au delà de cette montagne des nations de sauvages réunis en assez grand nombre. On a dit aussi qu'il y avait une mine d'or dans ces montagnes, et un lac où l'on trouvait des paillettes d'or; mais ce fait ne s'est pas confirmé.

En Europe, la chaîne de montagnes qui commence en Espagne, passe en France, en Allemagne et en Hongrie, se partage en deux grandes branches, dont l'une s'étend en Asie par les montagnes de la Macédoine, du Caucase, etc., et l'autre branche passe de la Hongrie dans la Pologne, la Russie, et s'étend jusqu'aux sources du Wolga et du Borysthène; et, se prolongeant encore plus loin, elle gagne une autre chaîne de montagnes en Sibérie qui aboutit enfin à la mer du Nord, à l'occident du fleuve Oby. Ces chaînes de montagnes doivent être regardées comme un sommet presque continu, dans lequel plusieurs grands fleuves prennent leur source : les uns, comme le Tage, le Douro en Espagne, la Garonne, la Loire en France, le Rhin en Allemagne, se jettent dans l'Océan; les autres, comme l'Oder, la Vistule, le Niémen, se jettent dans la mer Baltique; enfin d'autres fleuves, comme la Doine, tombent dans la mer Blanche, et le fleuve Petzora dans la mer Glaciale. Du côte de l'orient, cette même chaîne de montagnes donne naissance à l'Yeucar et l'Èbre en Espagne, au Rhône en France, au Pô en Italie, qui tombent dans la mer Méditerranée; au Danube et au Don, qui se perdent dans la mer Noire; et enfin au Wolga, qui tombe dans la mer Caspienne.

Le sol de la Norwége est plein de rochers et de groupes de montagnes. Il y a cependant des plaines fort unies de six, huit et dix milles d'étendue. La direction des montagnes n'est point à l'ouest ou à l'est, comme celle des autres montagnes de l'Europe; elles vont au contraire, comme les Cordilières, du sud au nord.

Dans l'Asie méridionale, depuis l'île de Ceylan et le cap Comorin, il s'étend une chaîne de montagnes qui sépare le Malabar de Coromandel, traverse le Mogol, regagne le mont Caucase, se prolonge dans le pays des Calmoucks et s'étend jusqu'à la mer du Nord à l'occident du fleuve Irtis : on en trouve une autre qui s'étend de même du nord au sud jusqu'au cap Razalgat en Arabie, et qu'on peut suivre à quelque distance de la mer Rouge jusqu'à Jérusalem; elle environne l'extrémité de la mer Méditerranée et la pointe de la mer Noire, et de là s'étend par la Russie jusqu'au même point de la mer du Nord.

On peut aussi observer que les montagnes de

l'Indostan et celles de Siam courent du sud au nord, et vont également se réunir aux rochers du Thibet et de la Tartarie. Ces montagnes offrent de chaque côté des saisons différentes : à l'ouest on a six mois de pluie, tandis qu'on jouit à l'est du plus beau soleil.

Toutes les montagnes de Suisse, c'est-à-dire celles de la Vallésie et des Grisons, celles de la Savoie, du Piémont et du Tyrol, forment une chaîne qui s'étend du nord au sud jusqu'à la Méditerranée. Le mont Pilate, situé dans le canton de Lucerne, à peu près dans le centre de la Suisse, forme une chaîne d'environ quatorze lieues qui s'étend du nord au sud jusque dans le canton de Berne.

On peut donc dire qu'en général les plus grandes éminences du globe sont disposées du nord au sud, et que celles qui courent dans d'autres directions ne doivent être regardées que comme des branches collatérales de ces premières montagnes; et c'est en partie par cette disposition des montagnes primitives, que toutes les pointes des continents se présentent dans la direction du nord au sud, comme on le voit à la pointe de l'Afrique, à celle de l'Amérique, celle de Californie, à celle du Groenland, au cap Comorin, à Sumatra, à la Nouvelle-Hollande, etc.; ce qui paraît indiquer, comme nous l'avons déjà dit, que toutes les eaux sont venues en plus grande quantité du pôle austral que du pôle boréal.

Si l'on consulte une nouvelle mappe-monde dans laquelle on a représenté autour du pôle Arctique toutes les terres des quatre parties du monde, à l'exception d'une pointe de l'Amérique, et autour du pôle Antarctique, toutes les mers et le peu de terres qui composent l'hémisphère pris dans ce sens, on reconnaîtra évidemment qu'il y a eu beaucoup plus de bouleversements dans ce second hémisphère que dans le premier, et que la quantité des eaux y a toujours été et y est encore bien plus considérable que dans notre hémisphère. Tout concourt donc à prouver que les plus grandes inégalités du globe se trouvent dans les parties méridionales, et que la direction la plus générale des montagnes primitives est du nord au sud plutôt que d'orient en occident dans toute l'étendue de la surface du globe.

Sur la dureté que certaines matières acquièrent par le feu aussi bien que par l'eau.

J'ai dit, *qu'on trouve dans les grès des espèces de clous d'une matière métallique, noirâtre, qui paraît avoir été fondue à un feu très-violent.* Cela semble indiquer que les grandes masses de grès doivent leur origine à l'action du feu primitif. J'avais d'abord pensé que cette matière ne devait sa dureté et la réunion de ses parties qu'à l'intermède de l'eau; mais je me suis assuré depuis que l'action du feu produit le même effet, et je puis citer sur cela des expériences qui d'abord m'ont surpris, et que j'ai répétées assez souvent pour n'en pouvoir douter.

EXPÉRIENCES.

J'ai fait broyer des grès de différents degrés de dûreté, et je les ai fait tamiser en poudre plus ou moins fine, pour m'en servir à couvrir les cémentations dont je me sers pour convertir le fer en acier : cette poudre de grès répandue sur le cément, et amoncelée en forme de dôme de trois ou quatre pouces d'épaisseur, sur une caisse de trois pieds de longueur et de deux pieds de largeur, ayant subi l'action d'un feu violent dans mes fourneaux d'aspiration pendant plusieurs jours et nuits de suite sans interruption, n'était plus de la poussière de grès, mais une masse solide que l'on était obligé de casser pour découvrir la caisse qui contenait le fer converti en acier boursouflé; en sorte que l'action du feu sur cette poudre de grès en a fait des masses aussi solides que le grès de médiocre qualité qui ne sonne point sous le marteau. Cela m'a démontré que le feu peut, tout aussi bien que l'eau, avoir agglutiné les sables vitrescibles, et avoir par conséquent formé les grandes masses de grès qui composent le noyau de quelques-unes de nos montagnes.

Je suis donc très-persuadé que toute la matière vitrescible dont est composée la roche intérieure du globe, et les noyaux de ses grandes éminences extérieures, ont été produits par l'action du feu primitif, et que les eaux n'ont formé que les couches inférieures et accessoires qui enveloppent ces noyaux, et qui sont toutes posées par couches parallèles, horizontales ou également inclinées, et dans lesquelles on trouve des débris de coquilles et d'autres productions de la mer.

Ce n'est pas que je prétende exclure l'intermède de l'eau pour la formation des grès, et de plusieurs autres matières vitrescibles; je suis au contraire porté à croire que le sable vitrescible

peut acquérir de la consistance, et se réunir en masses plus ou moins dures par le moyen de l'eau, peut-être encore plus aisément que par l'action du feu ; et c'est seulement pour prévenir les objections qu'on ne manquerait pas de faire, si l'on imaginait que j'attribue uniquement à l'intermède de l'eau la solidité et la consistance du grès et des autres matières composées de sable vitrescible. Je dois même observer que les grès qui se trouvent à la superficie ou à peu de profondeur dans la terre, ont tous été formés par l'intermède de l'eau; car l'on remarque des ondulations et des tournoiements à la surface supérieure des masses de ces grès, et l'on y voit quelquefois des impressions de plantes et de coquilles. Mais on peut distinguer les grès formés par le sédiment des eaux, de ceux qui ont été produits par le feu : ceux-ci sont d'un plus gros grain, et s'égrènent plus facilement que les grès dont l'agrégation des parties est due à l'intermède de l'eau. Ils sont plus serrés, plus compactes ; les grains qui les composent ont des angles plus vifs, et en général ils sont plus solides et plus durs que les grès coagulés par le feu.

Les matières ferrugineuses prennent un très-grand degré de dureté par le feu, puisque rien n'est si dur que la fonte de fer; mais elles peuvent aussi acquérir une dureté considérable par l'intermède de l'eau : je m'en suis assuré en mettant une bonne quantité de limaille de fer dans des vases exposés à la pluie; cette limaille a formé des masses si dures, qu'on ne pouvait les casser qu'au marteau.

La roche vitreuse qui compose la masse de l'intérieur du globe est plus dure que le verre ordinaire; mais elle ne l'est pas plus que certaines laves de volcans, et beaucoup moins que la fonte de fer, qui n'est cependant que du verre mêlé de parties ferrugineuses. Cette grande dureté de la roche du globe indique assez que ce sont les parties les plus fixes de toute la matière qui se sont réunies, et que, dès le temps de leur consolidation, elles ont pris la consistance et la dureté qu'elles ont encore aujourd'hui. L'on ne peut donc pas argumenter contre mon hypothèse de la vitrification générale, en disant que les matières réduites en verre par les feux de nos fourneaux sont moins dures que la roche du globe, puisque la fonte de fer, quelques laves ou basaltes, et même certaines porcelaines, sont plus dures que cette roche, et néanmoins ne doivent, comme elle, leur dureté qu'à l'action du feu. D'ailleurs, les éléments du fer et des autres minéraux qui donnent de la dureté aux matières liquéfiées par le feu ou atténuées par l'eau, existaient ainsi que les terres fixes dès le temps de la consolidation du globe; et j'ai déjà dit qu'on ne devait pas regarder la roche de son intérieur comme du verre pur, semblable à celui que nous faisons avec du sable et du salin, mais comme un produit vitreux mêlé des matières les plus fixes et les plus capables de soutenir la grande et longue action du feu primitif, dont nous ne pouvons comparer les grands effets que de loin, avec le petit effet de nos feux de fourneaux ; et néanmoins cette comparaison, quoique désavantageuse, nous laisse apercevoir clairement ce qu'il peut y avoir de commun dans les effets du feu primitif et dans les produits de nos feux, et nous démontre en même temps que le degré de dureté dépend moins de celui du feu que de la combinaison des matières soumises à son action.

Sur l'inclinaison des couches de la terre dans les montagnes.

J'ai dit que *dans les plaines les couches de la terre sont exactement horizontales, et qu'il n'y a que dans les montagnes où elles soient inclinées comme ayant été formées par des sédiments déposés sur une base inclinée, c'est-à-dire sur un terrain penchant.*

Non-seulement les couches de matières calcaires sont horizontales dans les plaines, mais elles le sont aussi dans toutes les montagnes où il n'y a point eu de bouleversement par les tremblements de terre ou par d'autres causes accidentelles; et, lorsque ces couches sont inclinées, c'est que la montagne elle-même s'est inclinée tout en bloc, et qu'elle a été contrainte de pencher d'un côté par la force d'une explosion souterraine, ou par l'affaissement d'une partie du terrain qui lui servait de base. L'on peut donc dire qu'en général toutes les couches formées par le dépôt et le sédiment des eaux sont horizontales, comme l'eau l'est toujours elle-même, à l'exception de celles qui ont été formées sur une base inclinée, c'est-à-dire sur un terrain penchant, comme se trouvent la plupart des mines de charbon de terre.

La couche la plus extérieure et superficielle de la terre, soit en pleine, soit en montagne, n'est composée que de terre végétale, dont l'o-

rigine est due aux sédiments de l'air, au dépôt des vapeurs et des rosées, et aux détriments successifs des herbes, des feuilles et des autres parties des végétaux décomposés. Cette première couche ne doit point être ici considérée; elle suit partout les pentes et les courbures du terrain, et présente une épaisseur plus ou moins grande, suivant les différentes circonstances locales [1]. Cette couche de terre végétale est ordinairement bien plus épaisse dans les vallons que sur les collines; et sa formation est postérieure aux couches primitives du globe, dont les plus anciennes et les plus intérieures ont été formées par le feu, et les plus nouvelles et les plus extérieures ont été formées par les matières transportées et déposées en forme de sédiments par le mouvement des eaux. Celles-ci sont en général toutes horizontales, et ce n'est que par des causes particulières qu'elles paraissent quelquefois inclinées. Les bancs de pierres calcaires sont ordinairement horizontaux ou légèrement inclinés; et de toutes les substances calcaires, la craie est celle dont les bancs conservent le plus exactement la position horizontale. Comme la craie n'est qu'une poussière des détriments calcaires, elle a été déposée par les eaux dont le mouvement était tranquille et les oscillations réglées; tandis que les matières qui n'étaient que brisées et en plus gros volume, ont été transportées par les courants et déposées par le remous des eaux; en sorte que leurs bancs ne sont pas parfaitement horizontaux comme ceux de la craie. Les falaises de la mer en Normandie sont composées de couches horizontales de craie si régulièrement coupées à plomb, qu'on les prendrait de loin pour des murs de fortification. L'on voit entre les couches de craie de petits lits de pierre à fusil noire, qui tranchent sur le blanc de la craie : c'est là l'origine des veines noires dans les marbres blancs.

Indépendamment des collines calcaires dont les bancs sont légèrement inclinés et dont la position n'a point varié, il y en a grand nombre d'autres qui ont penché par différents accidents, et dont toutes les couches sont fort inclinées. On en a de grands exemples dans plusieurs endroits des Pyrénées, où l'on en voit qui sont inclinées de 45, 50, et même 60 degrés au-dessous de la ligne horizontale; ce qui semble prouver qu'il s'est fait de grands changements dans ces montagnes par l'affaissement des cavernes souterraines sur lesquelles leur masse était autrefois appuyée.

Sur les pics des montagnes.

J'ai tâché d'expliquer, *page* 160 de ce volume, comment les pics des montagnes ont été dépouillés des sables vitrescibles qui les environnaient au commencement, et mon explication ne pèche qu'en ce que j'ai attribué la première formation des rochers qui forment le noyau de ces pics à l'intermède de l'eau, au lieu qu'on doit l'attribuer à l'action du feu; ces pics ou cornes de montagnes ne sont que des prolongements et des pointes de la roche intérieure du globe, lesquelles étaient environnées d'une grande quantité de scories et de poussière de verre; ces matières divisées auront été entraînées dans les lieux inférieurs par les mouvements de la mer, dans le temps qu'elle a fait retraite, et ensuite les pluies et les torrents des eaux courantes auront encore sillonné du haut en bas les montagnes, et auront par conséquent achevé de dépouiller les masses de roc vif qui formaient les éminences du globe, et qui, par ce dépouillement, sont demeurées nues et telles que nous les voyons encore aujourd'hui. Je puis dire en général qu'il n'y a aucun autre changement à faire dans toute ma Théorie de la terre, que celui de la composition des premières montagnes qui doivent leur origine au feu primitif, et non pas à l'intermède de l'eau, comme je l'avais conjecturé, parce que j'étais alors persuadé, par l'autorité de Wooward et de quelques autres naturalistes, que l'on avait trouvé des coquilles au-dessus des sommets de toutes les montagnes; au lieu que, par des observations plus récentes, il paraît qu'il n'y a pas de coquilles sur les plus hauts sommets, mais seulement jusqu'à la hauteur de deux mille toises au-dessus du niveau des mers; d'où il résulte qu'elle n'a peut-être pas surmonté ces hauts sommets, ou du moins qu'elle ne les a baignés que pendant un petit

[1] Il y a quelques montagnes dont la surface à la cime est absolument nue, et ne présente que le roc vif ou le granite sans aucune végétation que dans les petites fentes, où le vent a porté et accumulé les particules de terre qui flottent dans l'air. On assure qu'à quelque distance de la rive gauche du Nil, en remontant ce fleuve, la montagne composée de granite, de porphyre et de jaspe, s'étend à plus de vingt lieues en longueur, sur une largeur peut-être aussi grande, et que la surface entière de la cime de cette énorme carrière est absolument dénuée de végétaux; ce qui forme un vaste désert, que ni les animaux ni les oiseaux, ni même les insectes, ne peuvent fréquenter. Mais ces exceptions particulières et locales ne doivent point être ici considérées.

temps; en sorte qu'elle n'a formé que les collines et les montagnes calcaires, qui sont toutes au-dessous de cette hauteur de deux mille toises.

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE X.

DES FLEUVES.

Nous avons dit que, généralement parlant, les plus grandes montagnes occupent le milieu des continents, que les autres occupent le milieu des îles, des presqu'îles et des terres avancées dans la mer; que dans l'ancien continent les plus grandes chaînes de montagnes sont dirigées d'occident en orient, et que celles qui tournent vers le nord ou vers le sud, ne sont que des branches de ces chaînes principales : on verra de même que les plus grands fleuves sont dirigés comme les plus grandes montagnes, et qu'il y en a peu qui suivent la direction des branches de ces montagnes. Pour s'en assurer et le voir en détail, il n'y a qu'à jeter les yeux sur un globe, et parcourir l'ancien continent depuis l'Espagne jusqu'à la Chine; on trouvera qu'à commencer par l'Espagne, le Vigo, le Douro, le Tage et la Guadiana, vont d'orient en occident, et l'Èbre d'occident en orient, et qu'il n'y a pas une rivière remarquable dont le cours soit dirige du sud au nord, ou du nord au sud, quoique l'Espagne soit environnée de la mer en entier du côté du midi, et presque en entier du côté du nord. Cette observation sur la direction des fleuves en Espagne prouve, non-seulement que les montagnes de ce pays sont dirigées d'occident en orient, mais encore que le terrain méridional et qui avoisine le détroit, et celui du détroit même, est une terre plus élevée que les côtes de Portugal; et de même du côté du nord, que les montagnes de Galice, des Asturies, etc., ne sont qu'une continuation des Pyrénées; et que c'est cette élévation des terres, tant au nord qu'au sud, qui ne permet pas aux fleuves d'arriver par là jusqu'à la mer.

On verra, aussi en jetant les yeux sur la carte de la France, qu'il n'y a que le Rhône qui soit dirigé du nord au midi, et encore dans près de la moitié de son cours, depuis les montagnes jusqu'à Lyon, est-il dirigé de l'orient vers l'occident; mais qu'au contraire, tous les autres grands fleuves, comme la Loire, la Charente, la Garonne et même la Seine, ont leur direction d'orient en occident.

On verra de même qu'en Allemagne il n'y a que le Rhin qui, comme le Rhône, a la plus grande partie de son cours du midi au nord; mais que les autres grands fleuves, comme le Danube, la Drave, et toutes les grandes rivières qui tombent dans ces fleuves, vont d'occident en orient se rendre dans la mer Noire.

On reconnaîtra que cette mer Noire, que l'on doit plutôt considérer comme un grand lac que comme une mer, a presque trois fois plus d'étendue d'orient en occident que du midi au nord, et que, par conséquent, sa position est semblable à la direction des fleuves en général; qu'il en est de même de la mer Méditerranée, dont la longueur d'orient en occident est environ six fois plus grande que sa largeur moyenne, prise du nord au midi.

A la vérité, la mer Caspienne, suivant la carte qui en a été levée par ordre du czar Pierre I, a plus d'étendue du midi au nord que d'orient en occident; au lieu que dans les anciennes cartes elle était presque ronde, ou plus large d'orient en occident que du midi au nord : mais, si l'on fait attention que le lac Aral peut-être regardé comme ayant fait partie de la mer Caspienne, dont il n'est séparé que par des plaines de sable, on trouvera encore que la longueur, depuis le bord occidental de la mer Caspienne jusqu'au bord oriental du lac Aral, est plus grande que la longueur depuis le bord méridional jusqu'au bord septentrional de la même mer.

On trouvera de même que l'Euphrate et le golfe Persique sont dirigés d'occident en orient, et que presque tous les fleuves de la Chine vont d'occident en orient. Il en est de même de tous les fleuves de l'intérieur de l'Afrique au delà de la Barbarie; ils coulent tous d'orient en occident, et d'occident en orient : il n'y a que les rivières de Barbarie et le Nil qui coulent du midi au nord. A la vérité, il y a de grandes rivières en Asie qui coulent en partie du nord au midi, comme le Don, le Wolga, etc. : mais, en prenant la longueur entière de leur cours, on verra qu'ils ne se tournent du côté du midi que pour

se rendre dans la mer Noire et dans la mer Caspienne, qui sont des lacs dans l'intérieur des terres.

On peut donc dire en général que dans l'Europe, l'Asie et l'Afrique, les fleuves et les autres eaux méditerranées s'étendent plus d'orient en occident que du nord au sud; ce qui vient de ce que les chaînes de montagnes sont dirigées, pour la plupart, dans ce sens, et que d'ailleurs le continent entier de l'Europe et de l'Asie est plus large dans ce sens que dans l'autre; car il y a deux manières de concevoir cette direction des fleuves. Dans un continent long et étroit, comme est celui de l'Amérique méridionale, et dans lequel il n'y a qu'une chaîne principale de montagnes qui s'étend du nord au sud, les fleuves, n'étant retenus par aucune autre chaîne de montagnes, doivent couler dans le sens perpendiculaire à celui de la direction des montagnes, c'est-à-dire d'orient en occident, ou d'occident en orient : c'est en effet dans ce sens que coulent toutes les grandes rivières de l'Amérique, parce qu'à l'exception des Cordilieres, il n'y a pas de chaînes de montagnes fort étendues, et qu'il n'y en a point dont les directions soient parallèles aux Cordilières. Dans l'ancien continent comme dans le nouveau, la plus grande partie des eaux ont leur plus grande étendue d'occident en orient, et le plus grand nombre des fleuves coulent dans cette direction, mais c'est par une autre raison; c'est qu'il y a plusieurs longues chaînes de montagnes parallèles les unes aux autres, dont la direction est d'occident en orient, et que les fleuves et les autres eaux sont obligés de suivre les intervalles qui séparent ces chaînes de montagnes : par conséquent une seule chaîne de montagnes, dirigée du nord au sud, produira des fleuves dont la direction sera la même que celle des fleuves qui sortiraient de plusieurs chaînes de montagnes dont la direction commune serait d'orient en occident; et c'est par cette raison particulière que les fleuves d'Amérique ont cette direction, comme ceux de l'Europe, de l'Afrique et de l'Asie.

Pour l'ordinaire, les rivières occupent le milieu des vallées, ou plutôt la partie la plus basse du terrain compris entre les deux collines ou montagnes opposées. Si les deux collines qui sont de chaque côté de la rivière ont chacune une pente à peu pres égale, la rivière occupe à peu près le milieu du vallon ou de la vallée intermédiaire. Que cette vallee soit large ou étroite, si la pente des collines ou des terres élevées qui sont de chaque côté de la rivière est égale, la rivière occupera le milieu de la vallée. Au contraire, si l'une des collines a une pente plus rapide que n'est la pente de la colline opposée, la rivière ne sera plus dans le milieu de la vallée, mais elle sera d'autant plus voisine de la colline la plus rapide, que cette rapidité de pente sera plus grande que celle de la pente de l'autre colline : l'endroit le plus bas du terrain, dans ce cas, n'est plus le milieu de la vallée; il est beaucoup plus près de la colline dont la pente est la plus grande, et c'est par cette raison que la rivière en est aussi plus pres. Dans tous les endroits où il y a d'un côté de la rivière des montagnes ou des collines fort rapides, et de l'autre côté des terres élevées en pente douce, on trouvera toujours que la rivière coule au pied de ces collines rapides, et qu'elle les suit dans toutes leurs directions, sans s'écarter de ces collines, jusqu'à ce que de l'autre côté il se trouve d'autres collines dont la pente soit assez considérable pour que le point le plus bas du terrain se trouve plus éloigné qu'il ne l'était de la colline rapide. Il arrive ordinairement que par la succession des temps la pente de la colline la plus rapide diminue et vient à s'adoucir, parce que les pluies entraînent les terres en plus grande quantité, et les enlèvent avec plus de violence sur une pente rapide que sur une pente douce: la rivière est alors contrainte de changer de lit pour retrouver l'endroit le plus bas du vallon. Ajoutez à cela que, comme toutes les rivières grossissent et débordent de temps en temps, elles transportent et déposent des limons en différents endroits, et que souvent il s'accumule des sables dans leur lit, ce qui fait refluer les eaux et en change la direction. Il est assez ordinaire de trouver dans les plaines un grand nombre d'anciens lits de la rivière, surtout si elle est impétueuse et sujette à de fréquentés inondations, et si elle entraîne beaucoup de sable et de limon.

Dans les plaines et dans les larges vallées où coulent les grands fleuves, le fond du lit du fleuve est ordinairement l'endroit le plus bas de la vallée : mais souvent la surface de l'eau du fleuve est plus élevée que les terres qui sont adjacentes à celle des bords du fleuve. Supposons, par exemple, qu'un fleuve soit à plein bord, c'est-à-dire que les bords et l'eau du fleuve soient

de niveau, et que l'eau, peu après, commence à déborder des deux côtés : la plaine sera bientôt inondée jusqu'à une largeur considérable, et l'on observera que des deux côtés du fleuve les bords seront inondés les derniers; ce qui prouve qu'ils sont plus élevés que le reste du terrain; en sorte que de chaque côté du fleuve, depuis les bords jusqu'à un certain point de la plaine, il y a une pente insensible, une espèce de talus qui fait que la surface de l'eau du fleuve est plus élevée que le terrain de la plaine, surtout lorsque le fleuve est à plein bord. Cette élévation du terrain aux bords des fleuves provient du dépôt du limon dans les inondations : l'eau est communément très-bourbeuse dans les grandes crues des rivières; lorsqu'elle commence à déborder, elle coule très-lentement par-dessus les bords; elle dépose le limon qu'elle contient, et s'épure, pour ainsi dire, à mesure qu'elle s'éloigne davantage au large dans la plaine : de même toutes les parties de limon que le courant de la rivière n'entraîne pas, sont déposées sur les bords; ce qui les élève peu à peu au-dessus du reste de la plaine.

Les fleuves sont, comme l'on sait, toujours plus larges à leur embouchure; à mesure qu'on avance dans les terres et qu'on s'éloigne de la mer, ils diminuent de largeur : mais ce qui est plus remarquable et peut-être moins connu, c'est que dans l'intérieur des terres, à une distance considérable de la mer, ils vont droit, et suivent la même direction dans de grandes longueurs; et à mesure qu'ils approchent de leur embouchure, les sinuosités de leurs cours se multiplient. J'ai ouï dire à un voyageur, homme d'esprit et bon observateur, qui a fait plusieurs grands voyages par terre dans la partie de l'ouest de l'Amérique septentrionale, que les voyageurs et même les sauvages ne se trompaient guère sur la distance où ils se trouvaient de la mer; que pour reconnaître s'ils étaient bien avant dans l'intérieur des terres, ou s'ils étaient dans un pays voisin de la mer, ils suivaient le bord d'une grande rivière; et que quand la direction de la rivière était droite dans une longueur de quinze ou vingt lieues, ils jugeaient qu'ils étaient fort loin de la mer; qu'au contraire, si la rivière avait des sinuosités et changeait souvent de direction dans son cours, ils étaient assurés de n'être pas fort éloignés de la mer. M. Fabry a vérifié lui-même cette remarque, qui lui a été fort utile dans ses voyages, lorsqu'il parcourait des pays inconnus et presque inhabités. Il y a encore une remarque qui peut être utile en pareil cas; c'est que, dans les grands fleuves, il y a, le long des bords, un remous considérable, et d'autant plus considérable, qu'on est moins éloigné de la mer et que le lit du fleuve est plus large; ce qui peut encore servir d'indice pour juger si l'on est à de grandes ou à de petites distances de l'embouchure : et comme les sinuosités des fleuves se multiplient à mesure qu'ils approchent de la mer, il n'est pas étonnant que quelques-unes de ces sinuosités, venant à s'ouvrir, forment des bouches par où une partie des eaux du fleuve arrive à la mer; et c'est une des raisons pourquoi les grands fleuves se divisent ordinairement en plusieurs bras pour arriver à la mer.

Le mouvement des eaux dans le cours des fleuves se fait d'une manière fort différente de celle qu'ont supposée les auteurs qui ont voulu donner des théories mathématiques sur cette matière : non-seulement la surface d'une rivière en mouvement n'est pas de niveau en la prenant d'un bord à l'autre; mais même, selon les circonstances, le courant qui est dans le milieu est considérablement plus élevé ou plus bas que l'eau qui est près des bords. Lorsqu'une rivière grossit subitement par la fonte des neiges, ou lorsque, par quelque autre cause, sa rapidité augmente, si la direction de la rivière est droite, le milieu de l'eau, où est le courant, s'élève, et la rivière forme une espèce de courbe convexe ou d'élévation très-sensible, dont le plus haut point est dans le milieu du courant. Cette élévation est quelquefois fort considérable; et M. Hupeau, habile ingénieur des ponts et chaussées, m'a dit avoir un jour mesuré cette différence du niveau de l'eau du bord de l'Aveyron et de celle du courant, ou du milieu de ce fleuve, et avoir trouvé trois pieds de différence; en sorte que le milieu de l'Aveyron était de trois pieds plus élevé que l'eau du bord. Cela doit en effet arriver toutes les fois que l'eau aura une très-grande rapidité : la vitesse avec laquelle elle est emportée, diminuant l'action de sa pesanteur, l'eau qui forme le courant ne se met pas en équilibre par tout son poids avec l'eau qui est près des bords, et c'est ce qui fait qu'elle demeure plus élevée que celle-ci. D'autre côté, lorsque les fleuves approchent de leur embouchure, il arrive assez ordinairement que l'eau qui est près des bords est plus élevée que celle du milieu, quoique le cou-

rant soit rapide; la riviere paraît alors former une courbe concave dont le point le plus bas est dans le plus fort du courant : ceci arrive toutes les fois que l'action des marées se fait sentir dans un fleuve. On sait que dans les grandes rivières le mouvement des eaux occasionné par les marées est sensible à cent ou deux cents lieues de la mer; on sait aussi que le courant du fleuve conserve son mouvement au milieu des eaux de la mer jusqu'à des distances considérables : il y a donc dans ce cas, deux mouvements contraires dans l'eau du fleuve; le milieu, qui forme le courant, se précipite vers la mer, et l'action de la marée forme un contre-courant, un remous, qui fait remonter l'eau qui est voisine des bords, tandis que celle du milieu descend; et comme alors toute l'eau du fleuve doit passer par le courant qui est au milieu, celle des bords descend continuellement vers le milieu, et descend d'autant plus qu'elle est plus élevée et refoulée avec plus de force par l'action des marées.

Il y a deux espèces de remous dans les fleuves. Le premier, qui est celui dont nous venons de parler, est produit par une force vive, telle qu'est celle de l'eau de la mer dans les marées, qui non-seulement s'oppose comme obstacle au mouvement de l'eau du fleuve, mais comme corps en mouvement, et en mouvement contraire et opposé à celui du courant de l'eau du fleuve; ce remous fait un contre-courant d'autant plus sensible que la marée est plus forte. L'autre espèce de remous a pour cause qu'une force morte, comme est celle d'un obstacle, d'une avance de terre, d'une île dans la rivière, etc. Quoique ce remous n'occasionne pas ordinairement un contre-courant bien sensible, il l'est cependant assez pour être reconnu, et même pour fatiguer les conducteurs des bateaux sur les rivières. Si cette espèce de remous ne fait pas toujours un contre-courant, il produit nécessairement ce que les gens de rivières appellent une *morte*, c'est-à-dire des eaux mortes, qui ne coulent pas comme le reste de la rivière, mais qui tournoient de façon que, quand les bateaux y sont entraînés, il faut employer beaucoup de force pour les en faire sortir. Ces eaux mortes sont fort sensibles dans toutes les rivières rapides au passage des ponts. La vitesse de l'eau augmente, comme l'on sait, à proportion que le diamètre des canaux par où elle passe diminue, la force qui la pousse étant supposée la même; la vitesse d'une rivière augmente donc au passage d'un pont, dans la raison inverse de la somme de la largeur des arches à la largeur totale de la rivière; et encore faut-il augmenter cette raison de celle de la longueur des arches, ou ce qui est le même, de la largeur du pont; l'augmentation de la vitesse de l'eau étant donc très-considérable en sortant de l'arche d'un pont, celle qui est à côté du courant est poussée latéralement et de côté contre les bords de la rivière, et par cette réaction, il se forme un mouvement de tournoiement quelquefois très-fort. Lorsqu'on passe sous le pont Saint-Esprit, les conducteurs sont forcés d'avoir une grande attention à ne pas perdre le fil du courant de l'eau, même après avoir passé le pont; car, s'ils laissaient écarter le bateau à droite ou à gauche, on serait porté contre le rivage avec danger de périr, ou tout au moins on serait entraîné dans le tournoiement des eaux mortes, d'où l'on ne pourrait sortir qu'avec beaucoup de peine. Lorsque ce tournoiement, causé par le mouvement du courant et par le mouvement opposé du remous, est fort considérable, cela forme une espèce de petit gouffre; et l'on voit souvent dans les rivières rapides, à la chute de l'eau, au delà des arrière-becs des piles d'un pont, qu'il se forme de ces petits gouffres ou tournoiements d'eau, dont le milieu paraît être vide et former une espèce de cavité cylindrique autour de laquelle l'eau tournoie avec rapidité. Cette apparence de cavité cylindrique est produite par l'action de la force centrifuge, qui fait que l'eau tâche de s'éloigner et s'éloigne en effet du centre du tourbillon causé par le tournoiement.

Lorsqu'il doit arriver une grande crue d'eau, les gens de rivière s'en aperçoivent par un mouvement particulier qu'ils remarquent dans l'eau; ils disent que la rivière *mouve de fond*, c'est-à-dire que l'eau du fond de la rivière coule plus vite qu'elle ne coule ordinairement. Cette augmentation de vitesse dans l'eau du fond de la rivière annonce toujours, selon eux, un prompt et subit accroissement des eaux. Le mouvement et le poids des eaux supérieures qui ne sont point encore arrivées, ne laissent pas que d'agir sur les eaux de la partie inférieure de la rivière, et leur communiquent ce mouvement; car il faut, à certains égards, considérer un fleuve qui est contenu et qui coule dans son lit, comme une colonne d'eau contenue dans un tuyau, et le fleuve entier comme un très-long canal où tous les mouvements doivent se communiquer d'un bout à l'autre. Or, indépendamment du mouvement des

eaux supérieures, leur poids seul pourrait faire augmenter la vitesse de la rivière et peut-être la faire mouvoir de fond ; car, on sait qu'en mettant à l'eau plusieurs bateaux à la fois, ou augmente dans ce moment la vitesse de la partie inférieure de la rivière, en même temps qu'on retarde la vitesse de la partie supérieure.

La vitesse des eaux courantes ne suit pas exactement, ni même à beaucoup près, la proportion de la pente. Un fleuve dont la pente serait uniforme et double de la pente d'un autre fleuve, ne devrait, à ce qu'il paraît, couler qu'une fois plus rapidement que celui-ci : mais il coule en effet beaucoup plus vite encore; sa vitesse, au lieu d'être double, est triple, ou quadruple, etc. Cette vitesse dépend beaucoup plus de la quantité d'eau et du poids des eaux supérieures que de la pente ; et, lorsqu'on veut creuser le lit d'un fleuve ou celui d'un égout, etc., il ne faut pas distribuer la pente également sur toute la longueur ; il est nécessaire, pour donner plus de vitesse à l'eau, de faire la pente beaucoup plus forte au commencement qu'à l'embouchure, où elle doit être presque insensible, comme nous le voyons dans les fleuves : lorsqu'ils approchent de leur embouchure, la pente est presque nulle, et cependant ils ne laissent pas de conserver une rapidité d'autant plus grande que le fleuve a plus d'eau : en sorte que dans les grandes rivières, quand même le terrain serait de niveau, l'eau ne laisserait pas de couler, et même de couler rapidement, non-seulement par la vitesse acquise [1], mais encore par l'action et le poids des eaux supérieures. Pour mieux faire sentir la vérité de ce que je viens de dire, supposons que la partie de la Seine, qui est entre le Pont-Neuf et le Pont-Royal, fût parfaitement de niveau, et que partout elle eût dix pieds de profondeur; imaginons pour un instant que tout d'un coup on pût mettre à sec le lit de la rivière au-dessous du Pont-Royal et au-dessous du Pont-Neuf; alors l'eau qui serait entre ces deux ponts, quoique nous l'ayons supposée parfaitement de niveau, coulera des deux côtés en haut et en bas, et continuera de couler jusqu'à ce qu'elle se soit épuisée; car, quoiqu'elle soit de niveau, comme elle est chargée d'un poids de dix pieds d'épaisseur d'eau, elle coulera des deux côtés avec une vitesse proportionnelle à ce poids; et cette vitesse diminuant toujours à mesure que la quantité d'eau diminuera, elle ne cessera de couler que quand elle aura baissé jusqu'au niveau du fond. Le poids de l'eau contribue donc beaucoup à la vitesse de l'eau; et c'est pour cette raison que la plus grande vitesse du courant n'est ni à la surface de l'eau, ni au fond, mais à peu près dans le milieu de la hauteur de l'eau, parce qu'elle est produite par l'action du poids de l'eau qui est à la surface, et par la réaction du fond. Il y a même quelque chose de plus ; c'est que si un fleuve avait acquis une très-grande vitesse, il pourrait non-seulement la conserver en traversant un terrain de niveau, mais même il serait en état de surmonter une éminence sans se répandre beaucoup des deux côtés, ou du moins sans causer une grande inondation.

On serait porté à croire que les ponts, les levées et les autres obstacles qu'on établit sur les rivières, diminuent considérablement la vitesse totale du cours de l'eau ; cependant cela n'y fait qu'une très-petite différence. L'eau s'élève à la rencontre de l'avant-bec d'un pont : cette élévation fait qu'elle agit davantage par son poids, ce qui augmente la vitesse du courant entre les piles, d'autant plus que les piles sont plus larges et les arches plus étroites, en sorte que le retardement que ces obstacles causent à la vitesse totale du cours de l'eau, est presque insensible. Les coudes, les sinuosités, les terres avancées, les îles ne diminuent aussi que très-peu la vitesse totale du cours de l'eau. Ce qui produit une diminution très-considérable dans cette vitesse, c'est l'abaissement des eaux, comme au contraire l'augmentation du volume d'eau augmente cette vitesse plus qu'aucune autre cause.

Si les fleuves étaient toujours à peu près également pleins, le meilleur moyen de diminuer la vitesse de l'eau et de les contenir, serait d'en élargir le canal : mais, comme presque tous les fleuves sont sujets à grossir et à diminuer beaucoup, il faut au contraire, pour les contenir, rétrécir leur canal, parce que, dans les basses eaux, si le canal est fort large, l'eau qui passe dans le milieu y creuse un lit particulier, y forme des sinuosités; et, lorsqu'elle vient à

[1] C'est faute d'avoir fait ces réflexions que M. Kuhn dit que la source du Danube est au moins de deux milles d'Allemagne plus élevée que son embouchure ; que la mer Méditerranée est de 6 ½ milles d'Allemagne plus basse que les sources du Nil ; que la mer Atlantique est plus basse d'un demi-mille que la Méditerranée, etc., ce qui est absolument contraire à la vérité : au reste, le principe faux dont M. Kuhn tire toutes ces conséquences, n'est pas la seule erreur qui se trouve dans cette pièce sur l'origine des fontaines, qui a remporté le prix de l'Académie de Bordeaux en 1741.

grossir, elle suit cette direction qu'elle a prise dans ce lit particulier; elle vient frapper avec force contre les bords du canal, ce qui détruit les levées et cause de grands dommages. On pourrait prévenir en partie ces effets de la fureur de l'eau, en faisant de distance en distance de petits golfes dans les terres, c'est-à-dire, en élevant le terrain de l'un des bords jusqu'à une certaine distance dans les terres : et pour que ces petits golfes soient avatageusement placés, il faut les faire dans l'angle obtus des sinuosités du fleuve; car alors le courant de l'eau se détourne et tournoie dans ces petits golfes, ce qui en diminue la vitesse. Ce moyen serait peut-être fort bon pour prévenir la chute des ponts dans les endroits où il n'est pas possible de faire des barres auprès du pont : ces barres soutiennent l'action du poids de l'eau; les golfes dont nous venons de parler en diminuent le courant : ainsi tous deux produiraient à peu près le même effet, c'est-à-dire la diminution de la vitesse.

La manière dont se font les inondations mérite une attention particulière. Lorsqu'une rivière grossit, la vitesse de l'eau augmente toujours de plus en plus jusqu'à ce que le fleuve commence à déborder : dans cet instant la vitesse de l'eau diminue; ce qui fait que le débordement une fois commencé, il s'ensuit toujours une inondation qui dure plusieurs jours : car, quand même il arriverait une moindre quantité d'eau après le débordement qu'il n'en arrivait auparavant, l'inondation ne laisserait pas de se faire, parce qu'elle dépend beaucoup plus de la diminution de la vitesse de l'eau que de la quantité de l'eau qui arrive. Si cela n'était pas ainsi, on verrait souvent les fleuves déborder pour une heure ou deux, et rentrer ensuite dans leur lit, ce qui n'arrive jamais : l'inondation dure au contraire toujours pendant quelques jours, soit que la pluie cesse ou qu'il arrive une moindre quantité d'eau, parce que le débordement a diminué la vitesse, et que par conséquent, la même quantité d'eau n'étant plus emportée dans le même temps qu'elle l'était auparavant, c'est comme s'il en arrivait une plus grande quantité. L'on peut remarquer, à l'occasion de cette diminution, que s'il arrive qu'un vent constant souffle contre le courant de la rivière, l'inondation sera beaucoup plus grande qu'elle n'aurait été sans cette cause accidentelle, qui diminue la vitesse de l'eau; comme au contraire, si le vent souffle dans la même direction que suit le courant de la rivière, l'inondation sera bien moindre et diminuera plus promptement. Voici ce que dit M. Granger du débordement du Nil.

« La crue du Nil et son inondation a long-« temps occupé les savants; la plupart n'ont « trouvé que du merveilleux dans la chose du « monde la plus naturelle, et qu'on voit dans « tous les pays du monde. Ce sont les pluies « qui tombent dans l'Abyssinie et dans l'É-« thiopie qui font la croissance et l'inondation « de ce fleuve; mais on doit regarder le vent « du nord comme cause primitive, 1° parce qu'il « chasse les nuages qui portent cette pluie du « côté de l'Abyssinie; 2° parce que, étant le « traversier des deux embouchures du Nil, il en « fait refouler les eaux à contre-mont, et em-« pêche par là qu'elles ne se jettent en trop « grande quantité dans la mer : on s'assure tous « les ans de ce fait, lorsque le vent étant au « nord et changeant tout à coup au sud, le Nil « perd dans un jour ce dont il était crû dans « quatre. Pages 13 et 14, *Voyag. de Granger*, « Paris, 1745. »

Les inondations sont ordinairement plus grandes dans les parties supérieures des fleuves que dans les parties inférieures et voisines de leur embouchure, parce que, toutes choses étant égales d'ailleurs, la vitesse d'un fleuve va toujours en augmentant jusqu'à la mer; et, quoique ordinairement la pente diminue d'autant plus qu'il est plus près de son embouchure, la vitesse cependant est souvent plus grande par les raisons que nous avons rapportées. Le père Castelli, qui a écrit fort sensément sur cette matière, remarque très-bien que la hauteur des levées qu'on a faites pour contenir le Pô, va toujours en diminuant jusqu'à la mer, en sorte qu'à Ferrare, qui est à cinquante ou soixante milles de distance de la mer, les levées ont près de vingt pieds de hauteur au-dessus de la surface ordinaire du Pô; au lieu que plus bas, à dix ou douze milles de distance de la mer, les levées n'ont pas douze pieds, quoique le canal du fleuve y soit aussi étroit qu'à Ferrare. *Voyez Raccolta d'autori che trattano del moto dell'acque*, *vol.* I, *p.* 123.

Au reste, la théorie du mouvement des eaux courantes est encore sujette à beaucoup de difficultés et d'obscurités, et il est très-difficile de donner des règles générales qui puissent s'ap-

pliquer à tous les cas particuliers : l'expérience est ici plus nécessaire que la spéculation ; il faut non-seulement connaître par expérience les effets ordinaires des fleuves en général, mais il faut encore connaître en particulier la rivière à laquelle on a affaire, si l'on veut en raisonner juste et y faire des travaux utiles et durables. Les remarques que j'ai données ci-dessus sont nouvelles pour la plupart : il serait à désirer qu'on rassemblât beaucoup d'observations semblables, on parviendrait peut-être à éclaircir cette matière, et à donner des règles certaines pour contenir et diriger les fleuves, et prévenir la ruine des ponts, des levées, et les autres dommages que cause la violente impétuosité des eaux.

Les plus grands fleuves de l'Europe sont le Wolga, qui a environ six cent cinquante lieues de cours depuis Reschow jusqu'à Astracan sur la mer Caspienne ; le Danube, dont le cours est d'environ quatre cent cinquante lieues depuis les montagnes de Suisse jusqu'à la mer Noire ; le Don, qui a quatre cents lieues de cours depuis la source du Sosna, qu'il reçoit, jusqu'à son embouchure dans la mer Noire ; le Niéper, dont le cours est d'environ trois cent cinquante lieues, qui se jette aussi dans la mer Noire ; la Duina, qui a environ trois cents lieues de cours, et qui va se jeter dans la mer Blanche, etc.

Les plus grands fleuves de l'Asie sont le Hoanho de la Chine, qui a huit cent cinquante lieues de cours en prenant sa source à Raja-Ribron, et qui tombe dans la mer de la Chine, au midi du golfe de Changi ; le Jénisca de la Tartarie, qui a huit cents lieues environ d'étendue, depuis le lac Selinga jusqu'à la mer septentrionale de la Tartarie ; le fleuve Oby, qui en a environ six cents, depuis le lac Kila jusque dans la mer du nord, au delà du détroit de Waigats ; le fleuve Amour de la Tartarie orientale, qui a environ cinq cent soixante-quinze lieues de cours en comptant depuis la source du fleuve Kerion, qui s'y jette, jusqu'à la mer de Kamtschatka où il a son embouchure ; le fleuve Menamcon, qui a son embouchure à Poulo-Condor, et qu'on peut mesurer depuis la source du Longmu qui s'y jette ; le fleuve Kian, dont le cours est environ de cinq cent cinquante lieues, en le mesurant depuis la source de la rivière Kinxa, qu'il reçoit, jusqu'à son embouchure dans la mer de la Chine ; le Gange, qui a aussi environ cinq cent cinquante lieues de cours ; l'Euphrate, qui en a cinq cents, en le prenant depuis la source de la rivière Irma qu'il reçoit ; l'Indus, qui a environ quatre cents lieues de cours, et qui tombe dans la mer d'Arabie à la partie occidentale de Guzarat ; le fleuve Sirderoias, qui a une étendue de quatre cents lieues environ, et qui se jette dans le lac Aral.

Les plus grands fleuves de l'Afrique sont le Sénégal, qui a onze cent vingt-cinq lieues environ de cours, en y comprenant le Niger, qui n'en est en effet qu'une continuation, et en remontant le Niger jusqu'à la source du Gombarou, qui se jette dans le Niger ; le Nil, dont la longueur est de neuf cent soixante-dix lieues, et prend sa source dans la Haute-Éthiopie, où il fait plusieurs contours : il y a aussi le Zaïre et le Coanza, desquels on connaît environ quatre cents lieues, mais qui s'étendent bien plus loin dans les terres du Monoémugi ; le Couama, dont on ne connaît aussi qu'environ quatre cents lieues, et qui vient de plus loin, des terres de la Cafrerie ; le Quilmanci, dont le cours entier est de quatre cents lieues, et qui prend sa source dans le royaume de Gingiro.

Enfin les plus grands fleuves de l'Amérique, qui sont aussi les plus larges fleuves du monde, sont la rivière des Amazones, dont le cours est de plus de douze cents lieues, si l'on remonte jusqu'au lac qui est près de Guanuco, à trente lieues de Lima, où le Maragnon prend sa source ; et si l'on remonte jusqu'à la source de la rivière Napo, à quelque distance de Quito, le cours de la rivière des Amazones est de plus de mille lieues. *Voyez le Voyage de M. de la Condamine.*

On pourrait dire que le cours du fleuve Saint-Laurent en Canada est de plus de neuf cents lieues, depuis son embouchure en remontant le lac Ontario et le lac Érié, de là au lac Huron, ensuite au lac Supérieur, de là au lac Alemipigo, au lac des Christinaux, et enfin au lac des Assiniboils, les eaux de tous ces lacs tombant des uns dans les autres, et enfin dans le fleuve Saint-Laurent.

Le fleuve Mississipi a plus de sept cents lieues d'étendue depuis son embouchure jusqu'à quelques-unes de ses sources, qui ne sont pas éloignées du lac des Assiniboils dont nous venons de parler.

Le fleuve de la Plata a plus de huit cents lieues de cours, en le remontant depuis son embouchure jusqu'à la source de la rivière Parana qu'il reçoit.

Le fleuve Orénoque a plus de cinq cent soixante-quinze lieues de cours, en comptant depuis la source de la rivière Caketa près de Pasto, qui se jette en partie dans l'Orénoque, et coule aussi en partie vers la rivière des Amazones.

La rivière Madera, qui se jette dans celle des Amazones, a plus de six cent soixante ou six cent soixante-dix lieues.

Pour savoir à peu près la quantité d'eau que la mer reçoit par tous les fleuves qui y arrivent, supposons que la moitié du globe soit couverte par la mer, et que l'autre moitié soit terre sèche, ce qui est assez juste; supposons aussi que la moyenne profondeur de la mer, en la prenant dans toute son étendue, soit d'un quart de mille d'Italie, c'est-à-dire d'environ deux cent trente toises, la surface de toute la terre étant de cent soixante-dix millions neuf cent quatre-vingt-un mille douze milles, la surface de la mer est de quatre-vingt-cinq millions quatre cent quatre-vingt-dix mille cinq cent six milles carrés, qui étant multipliés par $\frac{1}{4}$, profondeur de la mer, donnent vingt-un millions trois cent soixante-douze mille six cent vingt-six milles cubiques pour la quantité d'eau contenue dans l'océan tout entier. Maintenant pour calculer la quantité d'eau que l'Océan reçoit des rivières, prenons quelque grand fleuve dont la vitesse et la quantité d'eau nous soient connues, le Pô, par exemple, qui passe en Lombardie et qui arrose un pays de trois cent quatre-vingt milles de longueur, suivant Riccioli : sa largeur, avant qu'il se divise en plusieurs bouches pour tomber dans la mer, est de cent perches de Bologne, ou de mille pieds, et sa profondeur de dix pieds; sa vitesse est telle qu'il parcourt quatre milles dans une heure : ainsi le Pô fournit à la mer deux cent mille perches cubiques d'eau en une heure, ou quatre millions huit cent mille dans un jour; mais un mille cubique contient cent vingt-cinq millions de perches cubiques : ainsi il faut vingt-six jours pour qu'il porte à la mer un mille cubique d'eau. Reste maintenant à déterminer la proportion qu'il y a entre la rivière du Pô et toutes les rivières de la terre prises ensemble, ce qu'il est impossible de faire exactement; mais, pour le savoir à peu près, supposons que la quantité d'eau que la mer reçoit par les grandes rivières dans tous les pays, soit proportionnelle à l'étendue et à la surface de ces pays, et que par conséquent le pays arrosé par le Pô et par les rivières qui y tombent soit à la surface de toute la terre sèche en même proportion que le Pô est à toutes les rivières de la terre. Or, par les cartes les plus exactes, le Pô, depuis sa source jusqu'à son embouchure, traverse un pays de trois cent quatre-vingts milles de longueur, et les rivières qui y tombent de chaque côté viennent de sources et de rivières qui sont à environ soixante milles de distance du Pô : ainsi ce fleuve et les rivières qu'il reçoit arrosent un pays de trois cent quatre-vingts milles de long et de cent vingt milles de large, ce qui fait quarante-cinq mille six cents milles carrés. Mais la surface de toute la terre sèche est de quatre-vingt-cinq millions quatre cent quatre-vingt-dix mille cinq cent six milles carrés; par conséquent la quantité d'eau que toutes les rivières portent à la mer, sera dix-huit cent soixante-quatorze fois plus grande que la quantité que le Pô lui fournit : mais comme vingt-six rivières comme le Pô fournissent un mille cubique d'eau à la mer par jour, il s'ensuit que dans l'espace d'un an mille huit cent soixante-quatorze rivières comme le Pô fourniront à la mer vingt-six mille trois cent huit milles cubiques d'eau, et que dans l'espace de huit cent douze ans toutes ces rivières fourniraient à la mer vingt-un millions trois cent soixante-douze mille six cent vingt-six milles cubiques d'eau, c'est-à-dire autant qu'il y en a dans l'Océan, et que par conséquent il ne faudrait que huit cent douze ans pour le remplir. *Voyez J. Keily, Examination of Burnet's Theory. London*, 1734.

Il résulte de ce calcul, que la quantité d'eau que l'évaporation enlève de la surface de la mer, que les vents transportent sur la terre, et qui produit tous les ruisseaux et tous les fleuves, est d'environ deux cent quarante-cinq lignes, ou de vingt à vingt et un pouces par an, ou d'environ les deux tiers d'une ligne par jour; ceci est une très-petite évaporation, quand même on la doublerait ou triplerait, afin de tenir compte de l'eau qui retombe sur la mer, et qui n'est pas transportée sur la terre. *Voyez sur ce sujet l'Ecrit de Haley dans les Transactions philosoph.*, n° 192, où il fait voir évidemment et par le calcul, que les vapeurs qui s'élèvent au-dessus de la mer et que les vents transportent sur la terre, sont suffisantes pour former toutes les rivières et entretenir toutes les eaux qui sont à la surface de la terre.

Après le Nil, le Jourdain est le fleuve le plus considérable qui soit dans le Levant, et même dans la Barbarie : il fournit à la mer Morte environ six millions de tonnes d'eau par jour : toute cette eau, et au-delà, est enlevée par l'évaporation ; car en comptant, suivant le calcul de Halley, six mille neuf cent quatorze tonnes d'eau qui se réduit en vapeurs sur chaque mille superficiel, on trouve que la mer Morte, qui a soixante-douze milles de long sur dix-huit milles de large, doit perdre tous les jours par l'évaporation près de neuf millions de tonnes d'eau, c'est-à-dire non-seulement toute l'eau qu'elle reçoit du Jourdain, mais encore celle des petites rivières qui y arrivent des montagnes de Moab et d'ailleurs : par conséquent elle ne communique avec aucune autre mer par des canaux souterrains.

Les fleuves les plus rapides de tous sont le Tigre, l'Indus, le Danube, l'Yrtis en Sybérie, le Malmistra en Cilicie, etc. *Voy. Varenii Geogr. pag.* 178 ; mais, comme nous l'avons dit au commencement de cet article, la mesure de la vitesse des eaux d'un fleuve dépend de deux causes : la première est la pente, et la seconde le poids et la quantité d'eau. En examinant sur le globe quels sont les fleuves qui ont le plus de pente, on trouvera que le Danube en a beaucoup moins que le Pô, le Rhin et le Rhône, puisque, tirant quelques-unes de ses sources des mêmes montagnes ; le Danube a un cours beaucoup plus long qu'aucun de ces trois autres fleuves, et qu'il tombe dans la mer Noire, qui est plus élevée que la Méditerranée, et peut-être plus que l'Océan.

Tous les grands fleuves reçoivent beaucoup d'autres rivières dans toute l'étendue de leur cours ; on a compté, par exemple, que le Danube en reçoit plus de deux cents, tant ruisseaux que rivières. Mais, en ne comptant que les rivières assez considérables que les fleuves reçoivent, on trouvera que le Danube en reçoit trente ou trente et une, le Volga en reçoit trente-deux ou trente-trois, le Don cinq ou six, le Nieper dix-neuf ou vingt, la Duina onze ou douze ; et de même en Asie le Hoanho reçoit trente-quatre ou trente-cinq rivières, le Jénisca en reçoit plus de soixante, l'Ohy tout autant, le fleuve Amour environ quarante ; le Kian ou fleuve de Nanquin en reçoit environ trente, le Gange plus de vingt, l'Euphrate dix ou onze, etc. En Afrique, le Sénégal reçoit plus de vingt rivières : le Nil ne reçoit aucune rivière, qu'à plus de cinq cents lieues de son embouchure : la dernière qui y tombe est le Moraba ; et de cet endroit jusqu'à sa source il reçoit environ douze ou treize rivières. En Amérique, le fleuve des Amazones en reçoit plus de soixante, et toutes fort considérables ; le fleuve Saint-Laurent, environ quarante, en comptant celles qui tombent dans les lacs ; le fleuve Mississipi plus de quarante, le fleuve de la Plata plus de cinquante, etc.

Il y a sur la surface de la terre des contrées élevées qui paraissent être des points de partage marqués par la nature pour la distribution des eaux. Les environs du mont Saint-Gothard sont un de ces points en Europe. Un autre point est le pays situé entre les provinces de Belozera et de Vologda en Moscovie, d'où descendent des rivières dont les unes vont à la mer Blanche, d'autres à la mer Noire, et d'autres à la mer Caspienne ; en Asie, le pays des Tartares-Mogols, d'où il coule des rivières dont les unes vont se rendre dans la mer Tranquille ou mer de la Nouvelle-Zemble, d'autres au golfe de Linchidolin, d'autres à la mer de Corée, d'autres à celle de la Chine ; et de même le Petit-Thibet, dont les eaux coulent vers la mer de la Chine, vers le golfe de Bengale, vers le golfe de Cambaïe et vers le lac Aral ; en Amérique, la province de Quito, qui fournit des eaux à la mer du Sud, à la mer du Nord et au golfe du Mexique.

Il y a dans l'ancien continent environ quatre cent trente fleuves qui tombent immédiatement dans l'Océan ou dans la Méditerranée et la mer Noire ; et dans le nouveau continent, on ne connaît guère que cent quatre-vingts fleuves qui tombent immédiatement dans la mer ; au reste, je n'ai compris dans ce nombre que des rivières grandes au moins comme l'est la Somme en Picardie.

Toutes ces rivières transportent à la mer avec leurs eaux une grande quantité de parties minérales et salines qu'elles ont enlevées des différents terrains par où elles ont passé. Les particules de sel qui, comme l'on sait, se dissolvent aisément, arrivent à la mer avec les eaux des fleuves. Quelques physiciens, et entre autres Halley, ont prétendu que la salure de la mer ne provenait que des sels de la terre que les fleuves y transportent ; d'autres ont dit que la salure de la mer était aussi ancienne que la mer

même; et que ce sel n'avait été créé que pour l'empêcher de se corrompre : mais on peut croire que l'eau de la mer est préservée de la corruption par l'agitation des vents et par celle du flux et du reflux, autant que par le sel qu'elle contient; car, quand on la garde dans un tonneau, elle se corrompt au bout de quelques jours, et Boyle rapporte qu'un navigateur, pris par un calme qui dura treize jours, trouva la mer si infectée au bout de ce temps, que si le calme n'eût cessé, la plus grande partie de son équipage aurait péri. (*Voy. Boyle, vol.* III, *page* 222.) L'eau de la mer est aussi mêlée d'une huile bitumineuse, qui lui donne un goût désagréable et qui la rend très-malsaine. La quantité de sel que l'eau de la mer contient est d'environ une quarantième partie, et la mer est à peu près également salée partout, au-dessus comme au fond, également sous la ligne et au cap de Bonne-Espérance, quoiqu'il y ait quelques endroits, comme à la côte de Mozambique, où elle est plus salée qu'ailleurs. (*Voy. Boyle, vol.* III, *page* 217.) On prétend aussi qu'elle est moins salée dans la zone arctique : cela peut venir de la grande quantité de neige et des grands fleuves qui tombent dans ces mers, et de ce que la chaleur du soleil n'y produit que peu d'évaporation, en comparaison de l'évaporation qui se fait dans les climats chauds.

Quoi qu'il en soit, je crois que les vraies causes de la salure de la mer sont non-seulement les bancs de sel qui ont pu se trouver au fond de la mer et le long des côtes, mais encore les sels même de la terre que les fleuves y transportent continuellement : et que Halley a eu quelque raison de présumer qu'au commencement du monde la mer n'était que peu ou point salée, qu'elle l'est devenue par degrés et à mesure que les fleuves y ont amené des sels; que cette salure augmente peut-être tous les jours et augmentera toujours de plus en plus, et que par conséquent il a pu conclure qu'en faisant des expériences pour reconnaître la quantité de sel dont l'eau d'un fleuve est chargée lorsqu'elle arrive à la mer, et qu'en supputant la quantité d'eau que tous les fleuves y portent, on viendrait à connaître l'ancienneté du monde par le degré de la salure de la mer.

Les plongeurs et les pêcheurs de perles assurent, au rapport de Boyle, que plus on descend dans la mer, plus l'eau est froide; que le froid est même si grand à une profondeur considérable, qu'ils ne peuvent le souffrir, et que c'est par cette raison qu'ils ne demeurent pas aussi longtemps sous l'eau, lorsqu'ils descendent à une profondeur un peu grande, que quand ils ne descendent qu'à une petite profondeur. Il me paraît que le poids de l'eau pourrait en être la cause aussi bien que le froid, si on descendait à une grande profondeur, comme trois ou quatre cents brasses; mais, à la vérité, les plongeurs ne descendent jamais à plus de cent pieds ou environ. Le même auteur rapporte que dans un voyage aux Indes orientales, au-delà de la ligne, à environ trente-cinq degrés de latitude sud, on laissa tomber une sonde à quatre cents brasses de profondeur, et qu'ayant retiré cette sonde, qui était de plomb et qui pesait environ trente à trente-cinq livres, elle était devenue si froide, qu'il semblait toucher un morceau de glace. On sait aussi que les voyageurs, pour rafraîchir leur vin, descendent les bouteilles à plusieurs brasses de profondeur dans la mer; et plus on les descend, plus le vin est frais.

Tous ces faits pourraient faire présumer que l'eau de la mer est plus salée au fond qu'à la surface; cependant on a des témoignages contraires, fondés sur des expériences qu'on a faites pour tirer dans des vases, qu'on ne débouchait qu'à une certaine profondeur, de l'eau de la mer, laquelle ne s'est pas trouvée plus salée que celle de la surface : il y a même des endroits où l'eau de la surface étant salée, l'eau du fond se trouve douce, et cela doit arriver dans tous les lieux où il y a des fontaines et des sources qui sourdent du fond de la mer, comme auprès de Goa, à Ormuz, et même dans la mer de Naples, où il y a des sources chaudes dans le fond.

Il y a d'autres endroits où l'on a remarqué des sources bitumineuses et des couches de bitume au fond de la mer; et sur la terre, il y a une grande quantité de ces sources qui portent le bitume mêlé avec l'eau dans la mer. A la Barbade il y a une source de bitume pur qui coule des rochers jusqu'à la mer; le sel et le bitume sont donc les matières dominantes dans l'eau de la mer : mais elle est encore mêlée de beaucoup d'autres matières; car le goût de l'eau n'est pas le même dans toutes les parties de l'Océan. D'ailleurs l'agitation et la chaleur du soleil altèrent le goût naturel que devrait avoir l'eau de la mer, et les couleurs différentes des différentes mers, et des mêmes mers en différents temps,

prouvent que l'eau de la mer contient des matières de bien des espèces, soit qu'elle les détache de son propre fond, soit qu'elles y soient amenées par les fleuves.

Presque tous les pays arrosés par de grands fleuves sont sujets à des inondations périodiques, surtout les pays bas et voisins de leur embouchure; et les fleuves qui tirent leurs sources de fort loin sont ceux qui débordent le plus régulièrement. Tout le monde a entendu parler des inondations du Nil : il conserve dans un grand espace, et fort loin dans la mer, la douceur et la blancheur de ses eaux. Strabon et les autres anciens auteurs ont écrit qu'il avait sept embouchures; mais aujourd'hui il n'en reste que deux qui soient navigables; il y a un troisième canal qui descend à Alexandrie pour remplir les citernes, et un quatrième canal qui est encore plus petit. Comme on a négligé depuis fort longtemps de nettoyer les canaux, ils se sont comblés. Les anciens employaient à ce travail un grand nombre d'ouvriers et de soldats; et tous les ans, après l'inondation, l'on enlevait le limon et le sable qui étaient dans les canaux; ce fleuve en charrie une très-grande quantité. La cause du débordement du Nil vient des pluies qui tombent en Éthiopie : elles commencent au mois d'avril, et ne finissent qu'au mois de septembre. Pendant les trois premiers mois les jours sont sereins et beaux : mais, dès que le soleil se couche, il pleut jusqu'à ce qu'il se lève; ce qui est accompagné ordinairement de tonnerres et d'éclairs. L'inondation ne commence en Egypte que vers le 17 de juin : elle augmente ordinairement pendant environ quarante jours, et diminue pendant tout autant de temps : tout le plat pays de l'Égypte est inondé. Mais ce débordement est bien moins considérable aujourd'hui qu'il ne l'était autrefois; car Hérodote nous dit que le Nil était cent jours à croître et autant à décroître. Si le fait est vrai, on ne peut guère en attribuer la cause qu'à l'élévation du terrain, que le limon des eaux a haussé peu à peu, et à la diminution de la hauteur des montagnes de l'intérieur de l'Afrique, dont il tire sa source; il est assez naturel d'imaginer que ces montagnes ont diminué, parce que les pluies abondantes qui tombent dans ces climats pendant la moitié de l'année, entraînent les sables et les terres du dessus des montagnes dans les vallons, d'où les torrents les charrient dans le canal du Nil, qui en emporte une bonne partie en Egypte, où il les dépose dans ses débordements.

Le Nil n'est pas le seul fleuve dont les inondations soient périodiques et annuelles : on a appelé la rivière de Pégu le Nil indien, parce que ses débordements se font tous les ans régulièrement; il inonde ce pays à plus de trente lieues de ses bords, et il laisse, comme le Nil, un limon qui fertilise si fort la terre, que les pâturages y deviennent excellents pour le bétail, et que le riz y vient en si grande abondance, qu'on en charge tous les ans un grand nombre de vaisseaux, sans que le pays en manque. (*Voyez les voyages d'Owington, tome* II, *page* 290.) Le Niger, ou, ce qui revient au même, la partie supérieure du Sénégal, déborde aussi comme le Nil, et l'inondation qui couvre tout le pays plat de la Nigritie, commence à peu près dans le même temps que celle du Nil, vers le 15 juin; elle augmente aussi pendant quarante jours. Le fleuve de la Plata au Brésil déborde aussi tous les ans, et dans le même temps que le Nil; le Gange, l'Indus, l'Euphrate et quelques autres débordent aussi tous les ans : mais tous les autres fleuves n'ont pas des débordements périodiques; et quand il arrive des inondations, c'est un effet de plusieurs causes qui se combinent pour fournir une plus grande quantité d'eau qu'à l'ordinaire, et pour retarder en même temps la vitesse du fleuve.

Nous avons dit que dans presque tous les fleuves la pente de leur lit va toujours en diminuant jusqu'à leur embouchure, d'une manière assez insensible : mais il y en a dont la pente est très-brusque dans certains endroits, ce qui forme ce qu'on appelle une cataracte, qui n'est autre chose qu'une chute d'eau plus vive que le courant ordinaire du fleuve. Le Rhin, par exemple, a deux cataractes, l'une à Bielefeld; et l'autre auprès de Schaffhouse. Le Nil en a plusieurs, et entre autres deux qui sont très-violentes et qui tombent de fort haut entre deux montagnes. La rivière Vologda en Moscovie a aussi deux cataractes auprès de Ladoga. Le Zaïre, fleuve du Congo, commence par une forte cataracte qui tombe du haut d'une montagne. Mais la plus fameuse cataracte est celle de la rivière Niagara en Canada; elle tombe de cent cinquante-six pieds de hauteur perpendiculaire, comme un torrent prodigieux, et elle a plus d'un quart de lieue de largeur : la brume ou le

brouillard que l'eau fait en tombant, se voit de cinq lieues et s'élève jusqu'aux nues; il s'y forme un très-bel arc-en-ciel lorsque le soleil donne dessus. Au-dessous de cette cataracte il y a des tournoiements d'eau si terribles, qu'on ne peut y naviguer jusqu'à six milles de distance; et au-dessus de la cataracte la rivière est beaucoup plus étroite qu'elle ne l'est dans les terres supérieures. (*Voy. Transact. philosoph. abr.*, vol. VI, part. II, page 119.) Voici la description qu'en donne le père Charlevoix :

« Mon premier soin fut de visiter la plus « belle cascade qui soit peut-être dans la na« ture; mais je reconnus d'abord que le baron « de la Hontan s'était trompé sur sa hauteur « et sur sa figure, de manière à faire juger « qu'il ne l'avait point vue.

« Il est certain que, si on mesure sa hauteur « par les trois montagnes qu'il faut franchir « d'abord, il n'y a pas beaucoup à rabattre des « six cents pieds que lui donne la carte de « M. Delisle, qui, sans doute, n'a avancé ce « paradoxe que sur la foi du baron de la Hon« tan et du père Hennepin : mais, après que je « fus arrivé au sommet de la troisième monta« gne, j'observai que, dans l'espace de trois « lieues que je fis ensuite jusqu'à cette chute « d'eau, quoiqu'il faille quelquefois monter, il « faut encore plus descendre; et c'est à quoi « ces voyageurs paraissent n'avoir pas fait as« sez d'attention. Comme on ne peut approcher « la cascade que de ce côté, ni la voir que de « profil, il n'est pas aisé d'en mesurer la hauteur « avec les instruments : on a voulu le faire avec « une longue corde attachée à une longue per« che; et après avoir souvent réitéré cette ma« nière on n'a trouvé que cent quinze ou cent « vingt pieds de profondeur : mais il n'est pas « possible de s'assurer si la perche n'a pas été « arrêtée par quelque rocher qui avançait; car, « quoiqu'on l'eût toujours retirée mouillée, aussi « bien qu'un bout de la corde à quoi elle était « attachée, cela ne prouve rien, puisque l'eau « qui se précipite de la montagne rejaillit fort « haut en écumant. Pour moi, après l'avoir con« sidérée de tous les endroits d'où on peut l'exa« miner à son aise, j'estime qu'on ne saurait « lui donner moins de cent quarante ou cent « cinquante pieds.

« Quant à sa figure, elle est en fer à cheval, « et elle a environ quatre cents pas de circon« férence : mais, précisément dans son milieu, « elle est partagée en deux par une île fort « étroite et d'un demi-quart de lieue de long, « qui y aboutit. Il est vrai que ces deux parties « ne tardent pas à se joindre : celle qui était « de mon côté, et qu'on ne voyait que de profil, « a plusieurs pointes qui avancent; mais celle « que je découvrais en face me parut fort unie. « Le baron de la Hontan y ajoute un torrent qui « vient de l'ouest : il faut que dans la fonte des « neiges les eaux sauvages viennent se déchar« ger là par quelque ravine, etc.

Il y a une autre cataracte à trois lieues d'Albanie, dans la province de la Nouvelle-York, qui a environ cinquante pieds de hauteur perpendiculaire, et de cette chute d'eau il s'élève aussi un brouillard dans lequel on aperçoit un léger arc-en-ciel, qui change de place à mesure qu'on s'en éloigne ou qu'on s'en approche. (*Voyez Trans. phil. abr.* vol. VI, part. II.)

En général, dans tous les pays où le nombre d'hommes n'est pas assez considérable pour former des sociétés policées, les terrains sont plus irréguliers et le lit des fleuves plus étendu, moins égal, et rempli de cataractes. Il a fallu des siècles pour rendre le Rhône et la Loire navigables. C'est en contenant les eaux, en les dirigeant et en nettoyant le fond des fleuves, qu'on leur donne un cours assuré; dans toutes les terres où il y a peu d'habitants, la nature est brute, et quelquefois difforme.

Il y a des fleuves qui se perdent dans les sables, d'autres qui semblent se précipiter dans les entrailles de la terre; le Guadalquivir en Espagne, la rivière de Gottemburg en Suède, et le Rhin même, se perdent dans la terre. On assure que dans la partie occidentale de l'île Saint-Domingue, il y a une montagne d'une hauteur considérable, au pied de laquelle sont plusieurs cavernes où les rivières et les ruisseaux se précipitent avec tant de bruit, qu'on l'entend de sept où huit lieues. (*Vid. Varenii Geograph. gener.*, page 43.)

Au reste, le nombre de ces fleuves qui se perdent dans le sein de la terre est fort petit, et il n'y a pas d'apparence que ces eaux descendent bien bas dans l'intérieur du globe; il est plus vraisemblable qu'elles se perdent, comme celles du Rhin, en se divisant dans les sables : ce qui est fort ordinaire aux petites rivières qui arrosent les terrains secs et sablonneux; on en a plusieurs exemples en Afrique, en Perse, en Arabie, etc.

Les fleuves du Nord transportent dans les mers une prodigieuse quantité de glaçons qui, venant à s'accumuler, forment ces masses énormes de glace si funestes aux voyageurs. Un des endroits de la mer Glaciale, où elles sont le plus abondantes, est le détroit de Waigats, qui est gelé en entier pendant la plus grande partie de l'année : ces glaces sont formées des glaçons que le fleuve Oby transporte presque continuellement; elles s'attachent le long des côtes, et s'élèvent à une hauteur considérable des deux côtés du détroit : le milieu du détroit est l'endroit qui gèle le dernier, et où la glace est le moins élevée; lorsque le vent cesse de venir du nord, et qu'il souffle dans la direction du détroit, la glace commence à fondre et à se rompre dans le milieu; ensuite il s'en détache des côtes de grandes masses qui voyagent dans la haute mer. Le vent, qui pendant l'hiver vient du nord et passe sur les terres gelées de la nouvelle-Zemble, rend le pays arrosé par l'Oby, et toute la Sibérie si froids, qu'à Tobolsk même, qui est au 57ᵉ degré, il n'y a point d'arbres fruitiers, tandis qu'en Suède, à Stokholm, et même à de plus hautes latitudes, on a des arbres fruitiers et des légumes. Cette différence ne vient pas, comme on l'a cru, de ce que la mer de Laponie est moins froide que celle du détroit, ou de ce que la terre de la Nouvelle-Zemble l'est plus que celle de la Laponie, mais uniquement de ce que la mer Baltique et le golfe de Bothnie adoucissent un peu la rigueur des vents du nord; au lieu qu'en Sibérie il n'y a rien qui puisse tempérer l'activité du froid. Ce que je dis ici est fondé sur de bonnes observations; il ne fait jamais aussi froid sur les côtes de la mer que dans l'intérieur des terres : il y a des plantes qui passent l'hiver en plein air à Londres, et qu'on ne peut conserver à Paris; et la Sibérie, qui fait un vaste continent où la mer n'entre pas, est, par cette raison, plus froide que la Suède, qui est environnée de la mer presque de tous côtés.

Le pays du monde le plus froid est le Spitzberg : c'est une terre au 78ᵉ degré de latitude, toute formée de petites montagnes aiguës; ces montagnes sont composées de gravier et de certaines pierres plates, semblables à de petites pierres d'ardoise grise, entassées les unes sur les autres. Ces collines se forment, disent les voyageurs, de ces petites pierres et de ces graviers que les vents amoncèlent; elles croisent à vue d'œil, et les matelots en découvrent tous les ans de nouvelles : on ne trouve dans ce pays que des rennes, qui paissent une petite herbe fort courte et de la mousse. Au-dessus de ces petites montagnes, et à plus d'une lieue dans la mer, on a trouvé un mât qui avait une poulie attachée à un de ses bouts, ce qui a fait penser que la mer passait autrefois sur ces montagnes, et que ce pays est formé nouvellement : il est inhabité et inhabitable; le terrain qui forme ces petites montagnes n'a aucune liaison, et il en sort une vapeur si froide et si pénétrante, qu'on est gelé pour peu qu'on y demeure.

Les vaisseaux qui vont au Spitzberg pour la pêche de la baleine, y arrivent au mois de juillet, et en partent vers le 15 d'août; les glaces empêcheraient d'entrer dans cette mer avant ce temps, et d'en sortir après : on y trouve des morceaux prodigieux de glaces épaisses de soixante, soixante-dix et quatre-vingts brasses. Il y a des endroits où il semble que la mer soit glacée jusqu'au fond : ces glaces qui sont si élevées au-dessus du niveau de la mer sont claires et luisantes comme du verre. *Voyez le Recueil des Voyages du Nord*, t. I, page 154.

Il y a aussi beaucoup de glaces dans les mers du nord de l'Amérique, comme dans la baie de l'Ascension, dans les détroits de Hudson, de Cumberland, de Davis, de Forbisher, etc. Robert Lade nous assure que les montagnes de Frisland sont entièrement couvertes de neige, et toutes les côtes de glace, comme d'un boulevard qui ne permet pas d'en approcher : « Il « est, dit-il, fort remarquable que dans cette « mer on trouve des îles de glace de plus d'une « demi-lieue de tour, extrêmement élevées, et « qui ont soixante-dix ou quatre-vingts brasses « de profondeur dans la mer : cette glace, qui est « douce, est peut-être formée dans les détroits « des terres voisines, etc. Ces îles ou montagnes « de glace sont si mobiles, que dans des temps « orageux elles suivent la course d'un vaisseau « comme si elles étaient entraînées dans le même « sillon : il y en a de si grosses, que leur superficie au-dessus de l'eau surpasse l'extrémité « des mâts des plus gros navires, etc. »

On trouve dans le Recueil des Voyages qui ont servi à l'établissement de la compagnie des Indes de Hollande, un petit journal historique au sujet des glaces de la Nouvelle-Zemble, dont voici l'extrait. « Au cap de Troost le temps fut « si embrumé, qu'il fallut amarrer le vaisseau à « un banc de glace qui avait trente-six brasses

« de profondeur dans l'eau, et environ seize « brasses au-dessus, si bien qu'il avait cinquante-« deux brasses d'épaisseur...

« Le 10 août, les glaces s'étant séparées, les « glaçons commencèrent à flotter, et alors on « remarqua que le gros banc de glace auquel le « vaisseau avait été amarré, touchait au fond, « parce que tous les autres passaient au long « et le heurtaient sans l'ébranler; on craignit « donc de demeurer pris dans les glaces, et on « tâcha de sortir de ce parage, quoiqu'en pas-« sant on trouvât déjà l'eau prise, le vaisseau « faisant craquer la glace bien loin autour de « lui : enfin on aborda un autre banc où l'on « porta vite l'ancre de toue, et l'on s'y amarra « jusqu'au soir.

« Après le repas, pendant le premier quart, « les glaces commencèrent à se rompre avec un « bruit si terrible qu'il n'est pas possible de « l'exprimer. Le vaisseau avait le cap au cou-« rant qui charriait les glaçons, si bien qu'il fal-« lut filer du câble pour se retirer; on compta « plus de quatre cents gros bancs de glace, qui « enfonçaient de dix brasses dans l'eau, et pa-« raissaient de la hauteur de deux brasses au-« dessus.

« Ensuite on amarra le vaisseau à un autre « banc qui enfonçait de six grandes brasses, et « l'on y mouilla en croupière. Dès qu'on y fut « établi, on y vit encore un autre banc peu éloi-« gné de cet endroit-là, dont le haut s'élevait « en pointe, tout de même que la pointe d'un « clocher, et il touchait le fond de la mer; on « s'avança vers ce banc, et l'on trouva qu'il avait « vingt brasses de haut dans l'eau, et à peu près « douze brasses au-dessus.

« Le 11 août on nagea encore vers un autre « banc qui avait dix-huit brasses de profondeur « et dix brasses au-dessus de l'eau...

« Le 21, les Hollandais entrèrent assez avant « dans le port des glaces, et y demeurèrent à « l'ancre pendant la nuit : le lendemain matin « ils se retirèrent et allèrent amarrer leur bâti-« ment à un banc de glace, sur lequel ils mon-« tèrent et dont ils admirèrent la figure, comme « une chose très-singulière; ce banc était cou-« vert de terre sur le haut, et on y trouva près « de quarante œufs; la couleur n'en était pas non « plus comme celle de la glace, elle était d'un « bleu céleste. Ceux qui étaient là raisonnèrent « beaucoup sur cet objet; les uns disaient que « c'était un effet de la glace, et les autres sou-« tenaient que c'était une terre gelée. Quoi qu'il « en fût, ce banc était extrêmement haut, il avait « environ dix-huit brasses sous l'eau et dix « brasses au-dessus. »

Wafer rapporte que près de la terre de Feu il a rencontré plusieurs glaces flottantes très-élevées, qu'il prit d'abord pour des îles. Quelques-unes, dit-il, paraissaient avoir une lieue ou deux de long, et la plus grosse de toutes lui parut avoir quatre ou cinq cents pieds de haut.

Toutes ces glaces, comme je l'ai dit dans l'article VI, viennent des fleuves qui les transportent dans la mer; celles de la mer de la Nouvelle-Zemble et du détroit de Waigats viennent de l'Oby, et peut-être du Jénisca et des autres grands fleuves de la Sibérie et de la Tartarie; celles du détroit de Hudson viennent de la baie de l'Ascension, où tombent plusieurs fleuves du nord de l'Amérique; celles de la terre de Feu viennent du continent austral; et s'il y en a moins sur les côtes de la Laponie septentrionale que sur celles de la Sibérie et au détroit de Waigats, quoique la Laponie septentrionale soit plus près du pôle, c'est que toutes les rivières de la Laponie tombent dans le golfe de Bothnie, et qu'aucune ne va dans la mer du Nord. Elles peuvent aussi se former dans les détroits où les marées s'élèvent beaucoup plus haut qu'en pleine mer, et où par conséquent les glaçons qui sont à la surface peuvent s'amonceler et former ces bancs de glace qui ont quelques brasses de hauteur : mais pour celles qui ont quatre ou cinq cents pieds de hauteur, il me paraît qu'elles ne peuvent se former ailleurs que contre des côtes élevées, et j'imagine que dans le temps de la fonte des neiges qui couvrent le dessus de ces côtes, il en découle des eaux qui, tombant sur des glaces, se glacent elles-mêmes de nouveau, et augmentent ainsi le volume des premières jusqu'à cette hauteur de quatre ou cinq cents pieds; qu'ensuite dans un été plus chaud, par l'action des vents et par l'agitation de la mer, et peut-être même par leur propre poids, ces glaces collées contre les côtes se détachent et voyagent ensuite dans la mer au gré du vent, et qu'elles peuvent arriver jusque dans les climats tempérés avant que d'être entièrement fondues.

ADDITIONS

A L'ARTICLE QUI A POUR TITRE :

DES FLEUVES.

—

Observations qu'il faut ajouter à celles que j'ai données sur la théorie des eaux courantes.

Au sujet de la théorie des eaux courantes, je vais ajouter une observation nouvelle que j'ai faite depuis que j'ai établi des usines, où la différente vitesse de l'eau peut se reconnaître assez exactement. Sur neuf roues qui composent le mouvement de ces usines, dont les unes reçoivent leur impulsion par une colonne d'eau de deux ou trois pieds, et les autres de cinq à six pieds de hauteur, j'ai été assez surpris d'abord de voir que toutes ces roues tournaient plus vite la nuit que le jour, et que la différence était d'autant plus grande que la colonne d'eau était plus haute et plus large. Par exemple, si l'eau a six pieds de chute, c'est-à-dire si le bief près de la vanne a six pieds de hauteur d'eau, et que l'ouverture de la vanne ait deux pieds de hauteur, la roue tournera pendant la nuit d'un dixième et quelquefois d'un neuvième plus vite que pendant le jour; et, s'il y a moins de hauteur d'eau, la différence entre la vitesse pendant la nuit et pendant le jour sera moindre, mais toujours assez sensible pour être reconnue. Je me suis assuré de ce fait, en mettant des marques blanches sur les roues et en comptant avec une montre à secondes le nombre de leurs révolutions dans un même temps, soit la nuit, soit le jour, et j'ai constamment trouvé, par un très-grand nombre d'observations, que le temps de la plus grande vitesse des roues était l'heure la plus froide de la nuit, et qu'au contraire celui de la moindre vitesse était le moment de la plus grande chaleur du jour : ensuite j'ai de même reconnu que la vitesse de toutes les roues est généralement plus grande en hiver qu'en été. Ces faits, qui n'ont été remarqués par aucun physicien, sont importants dans la pratique. La théorie en est bien simple : cette augmentation de vitesse dépend uniquement de la densité de l'eau, laquelle augmente par le froid et diminue par le chaud; et, comme il ne peut passer que le même volume par la vanne, il se trouve que ce volume d'eau, plus dense pendant la nuit et en hiver qu'il ne l'est pendant le jour ou en été, agit avec plus de masse sur la roue, et lui communique par conséquent une plus grande quantité de mouvement. Ainsi, toutes choses étant égales d'ailleurs, on aura moins de perte à faire *chômer* ses usines à l'eau pendant la chaleur du jour, et à les faire travailler pendant la nuit : j'ai vu dans mes forges que cela ne laissait pas d'influer d'un douzième sur le produit de la fabrication du fer.

Une seconde observation, c'est que de deux roues, l'une plus voisine que l'autre du bief, mais du reste parfaitement égales, et toutes deux mues par une égale quantité d'eau, qui passe par des vannes égales, celle des roues qui est la plus voisine du bief tourne toujours plus vite que l'autre qui en est plus éloignée, et à laquelle l'eau ne peut arriver qu'après avoir parcouru un certain espace dans le courant particulier qui aboutit à cette roue. On sent bien que le frottement de l'eau contre les parois de ce canal doit en diminuer la vitesse; mais cela seul ne suffit pas pour rendre raison de la différence considérable qui se trouve entre le mouvement de ces deux roues : elle provient, en premier lieu, de ce que l'eau contenue dans ce canal cesse d'être pressée latéralement, comme elle l'est en effet lorsqu'elle entre par la vanne du bief et qu'elle frappe immédiatement les aubes de la roue; secondement, cette inégalité de vitesse, qui se mesure sur la distance du bief à ces roues, vient encore de ce que l'eau qui sort d'une vanne n'est pas une colonne qui ait les dimensions de la vanne; car l'eau forme dans son passage un cône irrégulier, d'autant plus déprimé sur les côtés, que la masse d'eau dans le bief a plus de largeur. Si les aubes de la roue sont très-près de la vanne, l'eau s'y applique presque à la hauteur de l'ouverture de la vanne : mais, si la roue est plus éloignée du bief, l'eau s'abaisse dans le coursier et ne frappe plus les aubes de la roue à la même hauteur ni avec autant de vitesse que dans le premier cas; et ces deux causes réunies produisent cette diminution de vitesse dans les roues qui sont éloignées du bief.

Sur la salure de la mer.

Au sujet de la salure de la mer, il y a deux opinions, qui toutes deux sont fondées et en parties vraies : Halley attribue la salure de la mer uniquement aux sels de la terre que les fleuves y transportent, et pense même qu'on peut reconnaître l'ancienneté du monde par le

degré de cette salure des eaux de la mer. Leibnitz croit au contraire que le globe de la terre ayant été liquéfié par le feu, les sels et les autres parties empyreumatiques ont produit avec les vapeurs aqueuses une eau lixivielle et salée, et que par conséquent la mer avait son degré de salure dès le commencement. Les opinions de ces deux grands physiciens, quoique opposées, doivent être réunies, et peuvent même s'accorder avec la mienne ; il est en effet très-probable que l'action du feu, combinée avec celle de l'eau, a fait la dissolution de toutes les matières salines qui se sont trouvées à la surface de la terre, dès le commencement, et que par conséquent le premier degré de salure de la mer provient de la cause indiquée par Leibnitz ; mais cela n'empêche pas que la seconde cause désignée par Halley n'ait aussi très-considérablement influé sur le degré de la salure actuelle de la mer, qui ne peut manquer d'aller toujours en augmentant, parce qu'en effet les fleuves ne cessent de transporter à la mer une grande quantité de sels fixes, que l'évaporation ne peut enlever : ils restent donc mêlés avec la masse des eaux qui, dans la mer, se trouvent généralement d'autant plus salées qu'elles sont plus éloignées de l'embouchure des fleuves, et que la chaleur du climat y produit une plus grande évaporation. La preuve que cette seconde cause y fait peut-être autant et plus que la première, c'est que tous les lacs dont il sort des fleuves, ne sont point salés ; tandis que presque tous ceux qui reçoivent des fleuves sans qu'ils en sortent, sont imprégnés de sel. La mer Caspienne, le lac Aral, la mer Morte, etc., ne doivent leur salure qu'aux sels que les fleuves y transportent, et que l'évaporation ne peut enlever.

Sur les cataractes perpendiculaires.

J'ai dit que la cataracte de la rivière de Niagara au Canada était la plus fameuse, et qu'elle tombait de cent cinquante-six pieds de hauteur perpendiculaire. J'ai depuis été informé qu'il se trouve en Europe une cataracte qui tombe de trois cents pieds de hauteur ; c'est celle de *Terni*, petite ville sur la route de Rome à Bologne. Elle est formée par la rivière de Velino, qui prend sa source dans les montagnes de l'Abruzze. Après avoir passé par *Riette*, ville frontière du royaume de Naples, elle se jette dans le lac de Luco, qui paraît entretenu par des sources abondantes ; car elle en sort plus forte qu'elle n'y est entrée, et va jusqu'au pied de la montagne *del Marmore*, d'où elle se précipite par un saut perpendiculaire de trois cents pieds ; elle tombe comme dans un abîme, d'où elle s'échappe avec une espèce de fureur. La rapidité de sa chute brise ses eaux avec tant d'effort contre les rochers et sur le fond de cet abîme, qu'il s'en élève une vapeur humide, sur laquelle les rayons du soleil forment des arcs-en-ciel qui sont très-variés ; et, lorsque le vent du midi souffle et rassemble ce brouillard contre la montagne, au lieu de plusieurs petits arcs-en-ciel, on n'en voit plus qu'un seul qui couronne toute la cascade.

PREUVES
DE LA
THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE XI.

DES MERS ET DES LACS.

L'Océan environne de tous côtés les continents ; il pénètre en plusieurs endroits dans l'intérieur des terres, tantôt par des ouvertures assez larges, tantôt par de petits détroits, et il forme les mers méditerranées, dont les unes participent immédiatement à ses mouvements de flux et de reflux, et dont les autres semblent n'avoir rien de commun que la continuité des eaux : nous allons suivre l'Océan dans tous ses contours, et faire en même temps l'énumération de toutes les mers méditerranées ; nous tâcherons de les distinguer de celles qu'on doit appeler golfes, et aussi de celles qu'on devrait regarder comme des lacs.

La mer qui baigne les côtes occidentales de la France fait un golfe entre les terres de l'Espagne et celles de la Bretagne : ce golfe, que les navigateurs appellent le golfe de Biscaye, est fort ouvert, et la pointe de ce golfe la plus avancée dans les terres est entre Bayonne et Saint-Sébastien ; une autre partie du golfe, qui est aussi fort avancée, c'est celle qui baigne les côtes du pays d'Aunis à La Rochelle et à Rochefort. Ce golfe commence au cap d'Ortegal et finit à Brest, où commence un détroit entre la pointe de la Bretagne et le cap Lézard : ce détroit, qui d'abord est assez large, fait un petit golfe dans le terrain de la Normandie, dont la

pointe la plus avancée dans les terres est à Avranches; le détroit continue sur une assez grande largeur jusqu'au Pas-de-Calais, où il est fort étroit, ensuite il s'élargit tout à coup fort considérablement, et finit entre le Texel et la côte d'Angleterre à Norwich; au Texel il forme une petite mer méditerranée qu'on appelle Zuyderzée, et plusieurs autres grandes lagunes, dont les eaux ont peu de profondeur, aussi bien que celles de Zuyderzée.

Après cela l'Océan forme un grand golfe qu'on appelle la mer d'Allemagne, et ce golfe, pris dans toute son étendue, commence à la pointe septentrionale de l'Écosse, en descendant tout le long des côtes orientales de l'Écosse et de l'Angleterre jusqu'à Norwich, de là au Texel tout le long des côtes de Hollande et d'Allemagne, de Jutland et de la Norwége jusqu'au-dessus de Berghen : on pourrait même prendre ce grand golfe pour une mer méditerranée, parce que les îles Orcades ferment en partie son ouverture, et semblent être dirigées comme si elles étaient une continuation des montagnes de Norwége. Ce grand golfe forme un large détroit qui commence à la pointe méridionale de la Norwége, et qui continue sur une grande largeur jusqu'à l'île de Zélande, où il se rétrécit tout à coup, et forme, entre les côtes de la Suède, les îles du Danemark et de Jutland, quatre petits détroits, après quoi il s'élargit comme un petit golfe, dont la pointe la plus avancée est à Lubeck; de là il continue sur une assez grande largeur jusqu'à l'extrémité méridionale de la Suède; ensuite il s'élargit toujours de plus en plus, et forme la mer Baltique, qui est une mer méditerranée qui s'étend du midi au nord, dans une étendue de près de trois cents lieues, en y comprenant le golfe de Bothnie, qui n'est en effet que la continuation de la mer Baltique. Cette mer a de plus deux autres golfes : celui de Livonie, dont la pointe la plus avancée dans les terres est auprès de Mittau et de Riga; et celui de Finlande, qui est un bras de la mer Baltique, qui s'étend entre la Livonie et la Finlande jusqu'à Pétersbourg, et communique au lac Ladoga, et même au lac Onéga, qui communique par le fleuve Onéga à la mer Blanche. Toute cette étendue d'eau qui forme la mer Baltique, le golfe de Bothnie, celui de Finlande et celui de Livonie, doit être regardée comme un grand lac qui est entretenu par les eaux des fleuves qu'il reçoit en très-grand nombre, comme l'Oder, la Vistule, le Niémen, le Droine en Allemagne et en Pologne, plusieurs autres rivieres en Livonie et en Finlande, d'autres plus grandes encore qui viennent des terres de la Laponie, comme le fleuve de Tornea, les rivieres Calis, Lula, Pitha, Uma, et plusieurs autres encore qui viennent de la Suede : ces fleuves, qui sont assez considérables, sont au nombre de plus de quarante, y compris les rivières qu'ils reçoivent; ce qui ne peut manquer de produire une très-grande quantité d'eau, qui est probablement plus que suffisante pour entretenir la mer Baltique. D'ailleurs cette mer n'a aucun mouvement de flux et de reflux, quoiqu'elle soit étroite : elle est aussi fort peu salée; et, si l'on considere le gisement des terres et le nombre des lacs et des marais de la Finlande et de la Suède, qui sont presque contigus à cette mer, on sera très-porté à la regarder, non pas comme une mer, mais comme un grand lac formé dans l'intérieur des terres par l'abondance des eaux, qui ont forcé les passages auprès du Danemarck pour s'écouler dans l'Océan, comme elles y coulent en effet, au rapport de tous les navigateurs.

Au sortir du grand golfe qui forme la mer d'Allemagne, et qui finit au-dessus de Berghen, l'Océan suit les côtes de Norwége, de la Laponie suédoise, de la Laponie septentrionale, et de la Laponie Moscovite, à la partie orientale de laquelle il forme un assez large détroit qui aboutit à une mer méditerranée, qu'on appelle la mer Blanche. Cette mer peut encore être regardée comme un grand lac; car elle reçoit douze ou treize rivieres toutes assez considérables, et qui sont plus que suffisantes pour l'entretenir, et elle n'est que peu salée. D'ailleurs il ne s'en faut presque rien qu'elle n'ait communication avec la mer Baltique en plusieurs endroits : elle en a même une effective avec le golfe de Finlande, car en remontant le fleuve Onéga on arrive au lac de même nom; de ce lac Onéga, il y a deux rivières de communication avec le lac Ladoga; ce dernier lac communique par un large bras avec le golfe de Finlande, et il y a dans la Laponie Suédoise plusieurs endroits dont les eaux coulent presque indifféremment les unes vers la mer Blanche, les autres vers le golfe de Bothnie, et les autres vers celui de Finlande; et tout ce pays étant rempli de lacs et de marais, il semble que la mer Baltique et la mer Blanche soient les réceptacles de toutes

ces eaux, qui se déchargent ensuite dans la mer Glaciale et dans la mer d'Allemagne.

En sortant de la mer Blanche et en côtoyant l'île de Candenos et les côtes septentrionales de la Russie, on trouve que l'Océan fait un petit bras dans les terres à l'embouchure du fleuve Petzora ; ce petit bras, qui a environ quarante lieues de longueur sur huit ou dix de largeur, est plutôt un amas d'eau formé par le fleuve qu'un golfe de la mer, et l'eau y est aussi fort peu salée. Là, les terres font un cap avancé et terminé par les petites îles Maurice et d'Orange; et, entre ces terres et celles qui avoisinent le détroit de Waigats au midi, il y a un petit golfe d'environ trente lieues dans sa plus grande profondeur au dedans des terres; ce golfe appartient immédiatement à l'Océan, et n'est pas formé des eaux de la terre. On trouve ensuite le détroit de Waigats, qui est à très-peu près sous le soixante-dixième degré de latitude nord; ce détroit n'a pas plus de huit ou dix lieues de longueur et communique à une mer qui baigne les côtes septentrionales de la Sibérie : comme ce détroit est fermé par les glaces pendant la plus grande partie de l'année, il est assez difficile d'arriver dans la mer qui est au delà. Le passage de ce détroit a été tenté inutilement par un grand nombre de navigateurs; et ceux qui l'ont passé heureusement ne nous ont pas laissé de cartes exactes de cette mer, qu'ils ont appelée mer Tranquille : il paraît seulement par les cartes les plus récentes, et par le dernier globe de Sénex fait en 1739 ou 1740, que cette mer Tranquille pourrait bien être entièrement méditerranée, et ne pas communiquer avec la grande mer de Tartarie; car elle paraît renfermée et bornée au midi par les terres des Samoièdes, qui sont aujourd'hui bien connues; et ces terres, qui la bornent au midi, s'étendent depuis le détroit de Waigats jusqu'à l'embouchure du fleuve Jénisca; au levant elle est bornée par la terre de Jelmorland, au couchant par celle de la nouvelle Zemble; et quoiqu'on ne connaisse pas l'étendue de cette mer méditerranée du côté du nord et du nord-est, comme on y connaît des terres non interrompues, il est très-probable que cette mer Tranquille est une mer méditerranée, une espèce de cul-de-sac fort difficile à aborder et qui ne mène à rien. Ce qui le prouve, c'est qu'en partant du détroit de Waigats on a côtoyé la Nouvelle-Zemble dans la mer Glaciale tout le long de ses côtes occidentales et septentrionales jusqu'au cap Désiré; qu'après ce cap on a suivi les côtes à l'est de la Nouvelle-Zemble jusqu'à un petit golfe qui est environ à soixante-quinze degrés, où les Hollandais passèrent un hiver mortel en 1596; qu'au delà de ce petit golfe on a découvert la terre de Jelmorland en 1664, laquelle n'est éloignée que de quelques lieues des terres de la Nouvelle-Zemble, en sorte que le seul petit endroit qui n'ait pas été reconnu, est auprès du petit golfe dont nous venons de parler, et cet endroit n'a peut-être pas trente lieues de longueur : de sorte que, si la mer Tranquille communique à l'Océan, il faut que ce soit à l'endroit de ce petit golfe, qui est le seul par où cette mer méditerranée peut se joindre à la grande mer; et, comme ce petit golfe est à soixante-quinze degrés nord, et que, quand même la communication existerait, il faudrait toujours s'élever de cinq degrés vers le nord pour gagner la grande mer, il est clair que, si l'on veut tenter la route du nord pour aller à la Chine, il vaut beaucoup mieux passer au nord de la Nouvelle-Zemble à soixante-dix-huit degrés, où d'ailleurs la mer est plus libre et moins glacée, que de tenter encore le chemin du détroit glacé de Waigats, avec l'incertitude de ne pouvoir sortir de cette mer méditerranée.

En suivant donc l'Océan tout le long des côtes de la Nouvelle-Zemble et du Jelmorland, on a reconnu ces terres jusqu'à l'embouchure du Chotanga, qui est environ au soixante-treizième degré; après quoi l'on trouve un espace d'environ deux cents lieues, dont les côtes ne sont pas encore connues : on a su seulement, par le rapport des Moscovites qui ont voyagé par terre dans ces climats, que les terres ne sont point interrompues, et leurs cartes y marquent des fleuves et des peuples qu'ils ont appelés *Populi Patati*. Cet intervalle de côtes encore inconnues est depuis l'embouchure de Chotanga jusqu'à celle du Kauvoina au soixante-sixième degré de latitude : là, l'Océan fait un golfe dont le point le plus avancé dans les terres est à l'embouchure du Len, qui est un fleuve très-considérable ; ce golfe est formé par les eaux de l'Océan ; il est fort ouvert et il appartient à la mer de Tartarie; on l'appelle le golfe Linchidolin, et les Moscovites y pêchent la baleine.

De l'embouchure du fleuve Len, on peut suivre les côtes septentrionales de la Tartarie dans un espace de plus de cinq cents lieues vers l'orient, jusqu'à une grande péninsule ou terre

avancee ou habitent les peuples Schelates ; cette pointe est l'extrémité la plus septentrionale de la Tartarie la plus orientale, et elle est située sous le soixante-douzième degré environ de latitude nord. Dans cette longueur de plus de cinq cents lieues, l'Océan ne fait aucune irruption dans les terres, aucun golfe, aucun bras: il forme seulement un coude considérable à l'endroit de la naissance de cette péninsule des peuples Schelates, à l'embouchure du fleuve Korvinea : cette pointe de terre fait aussi l'extrémité orientale de la côte septentrionale du continent de l'ancien monde, dont l'extrémité occidentale est au cap Nord en Laponie, en sorte que l'ancien continent a environ mille sept cents lieues de côtes septentrionales, en y comprenant les sinuosités des golfes, en comptant depuis le cap Nord de Laponie jusqu'à la pointe de la terre des Schelates, et il y a environ onze cents lieues en naviguant sous le même parallèle.

Suivons maintenant les côtes orientales de l'ancien continent, en commençant à cette pointe de la terre des peuples Schelates, et en descendant vers l'équateur : l'Océan fait d'abord un coude entre la terre des peuples Schelates et celle des peuples Tschurtschi, qui avance considérablement dans la mer ; au midi de cette terre, il forme un petit golfe fort ouvert, qu'on appelle le golfe Suctoikret, et ensuite un autre plus petit golfe, qui avance même comme un bras a quarante ou cinquante lieues dans la terre de Kamtschatka ; après quoi l'Océan entre dans les terres par un large détroit rempli de plusieurs petites îles, entre la pointe méridionale de la terre de Kamtschatka et la pointe septentrionale de la terre d'Yeço, et il forme une grande mer méditerranée dont il est bon que nous suivions toutes les parties. La première est la mer de Kamtschatka, dans laquelle se trouve une île très-considérable qu'on appelle île Amour ; cette mer de Kamtschatka pousse un bras dans les terres au nord-est : mais ce petit bras et la mer de Kamtschatka elle-même pourraient bien être, au moins en partie, formés par l'eau des fleuves qui y arrivent, tant des terres de Kamtschatka, que de celles de la Tartarie. Quoi qu'il en soit, cette mer de Kamtschatka communique par un très-large détroit avec la mer de Corée, qui fait la seconde partie de cette mer méditerranée, et toute cette mer, qui a plus de six cents lieues de longueur, est bornée à l'occident et au nord par les terres de Corée et de Tartarie, à l'orient et au midi par celles de Kamtschatka, d'Yeço et du Japon, sans qu'il y ait d'autre communication avec l'Océan que celle du détroit dont nous avons parlé, entre Kamtschatka et Yeço : car on n'est pas assuré si celui que quelques cartes ont marqué entre le Japon et la terre d'Yeço, existe réellement; et quand même ce détroit existerait, la mer de Kamtschatka et celle de Corée ne laisseraient pas d'être toujours regardées comme formant ensemble une grande mer méditerranée, séparée de l'Océan de tous côtés, et qui ne doit pas être prise pour un golfe, car elle ne communique pas directement avec le grand océan par son detroit méridional qui est entre le Japon et la Corée; la mer de la Chine, à laquelle elle communique par ce détroit, est plutôt encore une mer méditerranée qu'un golfe de l'Océan.

Nous avons dit dans le discours précédent, que la mer avait un mouvement constant d'orient en occident, et que, par conséquent, la grande mer Pacifique fait des efforts continuels contre les terres orientales. L'inspection attentive du globe confirmera les conséquences que nous avons tirées de cette observation ; car, si l'on examine le gisement des terres, à commencer de Kamtschatka jusqu'à la Nouvelle-Bretagne, découverte en 1700 par Dampier, et qui est à quatre ou cinq degrés de l'équateur, latitude sud, on sera très-porté à croire que l'Océan a rongé toutes les terres de ces climats dans une profondeur de quatre ou cinq cents lieues ; que par conséquent les bornes orientales de l'ancien continent ont été reculées, et qu'il s'étendait autrefois beaucoup plus vers l'orient : car, on remarquera que la Nouvelle-Bretagne et le Kamtschatka, qui sont les terres les plus avancées vers l'orient, sont sous le même méridien ; on observera que toutes les terres sont dirigées du nord au midi. Kamtschaka fait une pointe d'environ cent soixante lieues du nord au midi, et cette pointe, qui du côté de l'orient est baignée par la mer Pacifique, et de l'autre par la mer méditerranée dont nous venons de parler, est partagée dans cette direction du nord au midi par une chaine de montagnes. Ensuite Yeço et le Japon forment une terre dont la direction est aussi du nord au midi dans une étendue de plus de quatre cents lieues entre la grande mer et celle de Corée, et les chaines des montagnes d'Yeço et de cette partie du Japon ne peuvent pas manquer d'être dirigées du nord

au midi, puisque ces terres qui ont quatre cents lieues de longueur dans cette direction, n'en ont pas plus de cinquante, soixante, ou cent de largeur dans l'autre direction de l'est à l'ouest; ainsi Kamtschatka, Yeço et la partie orientale du Japon sont des terres qu'on doit regarder comme contiguës et dirigées du nord au sud; et suivant toujours la même direction, l'on trouve, après la pointe du cap Ava au Japon, l'île de Barnevelt et trois autres îles qui sont posées les unes au-dessus des autres, exactement dans la direction du nord au sud, et qui occupent en tout un espace d'environ cent lieues; on trouve ensuite, dans la même direction, trois autres îles appelées les îles de Callanos, qui sont encore toutes trois posées les unes au-dessus des autres dans la même direction du nord au sud; après quoi on trouve les îles des Larrons, au nombre de quatoze ou quinze, qui sont toutes posées les unes au-dessus des autres dans la même direction du nord au sud, et qui occupent toutes ensemble, y compris les îles des Callanos, un espace de plus de trois cents lieues de longueur dans cette direction du nord au sud, sur une largeur si petite, que, dans l'endroit où elle est la plus grande, ces îles n'ont pas sept à huit lieues; il me paraît donc que Kamtschatka, Yeço, le Japon oriental, les îles Barnevelt, du Prince, des Callanos et des Larrons, ne sont que la même chaîne de montagnes et les restes de l'ancien pays que l'Océan a rongé et couvert peu à peu. Toutes ces contrées ne sont en effet que des montagnes, et ces îles des pointes de montagnes: les terrains moins élevés ont été submergés par l'Océan; et si ce qui est rapporté dans les Lettres édifiantes est vrai, et qu'en effet on ait découvert une quantité d'îles qu'on a appelées les Nouvelles-Philippines, et que leur position soit réellement telle qu'elle est donnée par le P. Gobien, on ne pourra guère douter que les îles les plus orientales de ces Nouvelles-Philippines ne soient une continuation de la chaîne de montagnes qui forme les îles des Larrons; car, ces îles orientales, au nombre de onze, sont toutes placées les unes au-dessus des autres dans la même direction du nord au sud; elles occupent en longueur un espace de plus de deux cents lieues, et la plus large n'a pas sept ou huit lieues de largeur dans la direction de l'est à l'ouest.

Mais si l'on trouve ces conjectures trop hasardées, et qu'on m'oppose les grands intervalles qui sont entre les îles voisines du cap Ava, du Japon et celles des Callanos, et entre ces îles et celles des Larrons, et encore entre celles des Larrons et les Nouvelles-Philippines, dont, en effet, le premier est d'environ cent soixante lieues, le second de cinquante ou soixante, et le troisième de près de cent vingt, je répondrai que les chaînes des montagnes s'étendent souvent beaucoup plus loin sous les eaux de la mer, et que ces intervalles sont petits en comparaison de l'étendue de terre que présentent ces montagnes dans cette direction, qui est de plus de onze cents lieues, en les prenant depuis l'intérieur de la presqu'île de Kamtschatka. Enfin, si l'on se refuse totalement à cette idée que je viens de proposer au sujet des cinq cents lieues que l'Océan doit avoir gagnées sur les côtes orientales du continent, et de cette suite de montagnes que je fais passer par les îles des Larrons, on ne pourra pas s'empêcher de m'accorder au moins que Kamtschatka, Yeço, le Japon, les îles Bongo, Tanaxima, celles de Lequeo-Grande, l'île des Rois, celle de Formosa, celle de Vaif, de Bashe, de Babuyanes, la grande île de Luçon, les autres Philippines, Mindanao, Gilolo, etc., et, enfin, la Nouvelle-Guinée, qui s'étend jusqu'à la Nouvelle-Bretagne, située sous le même méridien que Kamtschatka, ne fassent une continuité de terre de plus de deux mille deux cents lieues, qui n'est interrompue que par de petits intervalles, dont le plus grand n'a peut-être pas vingt lieues; en sorte que l'Océan forme, dans l'intérieur des terres du continent oriental, un très-grand golfe, qui commence à Kamtschatka, et finit à la Nouvelle-Bretagne; que ce golfe est semé d'îles; qu'il est figuré comme le serait tout autre enfoncement que les eaux pourraient faire à la longue en agissant continuellement contre des rivages et des côtes, et que, par conséquent, on peut conjecturer avec quelque vraisemblance que l'Océan, par son mouvement constant d'orient en occident, a gagné peu à peu cette étendue sur le continent oriental, et qu'il a de plus formé les mers méditerranées de Kamtschatka, de Corée, de la Chine, et peut-être tout l'archipel des Indes: car, la terre et la mer y sont mêlées de façon qu'il paraît évidemment que c'est un pays inondé, duquel on ne voit plus que les éminences et les terres élevées, et dont les terres plus basses sont cachées par les eaux: aussi, cette mer n'est-elle pas profonde comme

les autres, et les iles innombrables qu'on y trouve ne sont presque toutes que des montagnes.

Si l'on examine maintenant toutes ces mers en particulier, à commencer au détroit de la mer de Corée vers celle de la Chine, où nous en étions demeurés, on trouvera que cette mer de la Chine forme dans sa partie septentrionale un golfe fort profond, qui commence à l'île Fungma, et se termine à la frontière de la province de Pékin, à une distance d'environ quarante-cinq on cinquante lieues de cette capitale de l'empire chinois; ce golfe, dans sa partie la plus intérieure et la plus étroite, s'appelle le golfe de Changi; il est très-probable que ce golfe de Changi et une partie de cette mer de la Chiue ont été formés par l'Océan, qui a inondé tout le plat pays de ce continent, dont il ne reste que les terres les plus élevées, qui sont les iles dont nous avons parlé: dans cette partie méridionale sont les golfes de Tunquin et de Siam, auprès duquel est la presqu'ile de Malaie, formée par une longue chaine de montagnes, dont la direction est du nord au sud, et les iles Andamans, qui sont une autre chaine de montagnes dans la même direction, et qui ne paraissent être qu'une suite des montagnes de Sumatra.

L'Océan fait ensuite un grand golfe qu'on appelle le golfe de Bengale, dans lequel on peut remarquer que les terres de la presqu'île de l'Inde font une courbe concave vers l'orient, à peu près comme le grand golfe du continent oriental; ce qui semble aussi avoir été produit par le même mouvement de l'Océan d'orient en occident: c'est dans cette presqu'île que sont les montagnes de Gates, qui ont une direction du nord au sud jusqu'au cap de Comorin, et il semble que l'île de Ceylan en ait été séparée, et qu'elle ait fait autrefois partie de ce continent. Les Maldives ne sont qu'une autre chaine de montagnes, dont la direction est encore la même, c'est-à-dire du nord au sud: après cela est la mer d'Arabie, qui est un très-grand golfe, duquel partent quatre bras qui s'étendent dans les terres, les deux plus grands, du côté de l'occident, et les deux plus petits, du côté de l'orient. Le premier de ces bras, du côté de l'orient, est le petit golfe de Cambaie, qui n'a guère que cinquante à soixante lieues de profondeur, et qui reçoit deux rivières assez considérables, savoir: le fleuve Tapti et la rivière de Baroche, que Piétro della Valle appelle le Mehi. Le second bras, vers l'orient, est cet endroit fameux par la vitesse et la hauteur des marées, qui y sont plus grandes qu'en aucun lieu du monde, en sorte que ce bras, ou ce petit golfe tout entier, n'est qu'une terre, tantôt couverte par le flux, et tantôt découverte par le reflux, qui s'étend à plus de cinquante lieues: il tombe dans cet endroit plusieurs grands fleuves, tels que l'Indus, le Padar, etc., qui ont amené une grande quantité de terre et de limon à leurs embouchures; ce qui a peu à peu élevé le terrain du golfe, dont la pente est si douce, que la marée s'étend à une distance extrêmement grande. Le premier bras du golfe Arabique vers l'occident est le golfe Persique, qui a plus de deux cent cinquante lieues d'étendue dans les terres, et le second est la mer Rouge, qui en a plus de six cent quatre-vingts, en comptant depuis l'île de Socotora. On doit regarder ces deux bras comme deux mers méditerranées, en les prenant au delà des détroits d'Ormuz et de Babelmandel; et, quoiqu'elles soient toutes deux sujettes à un grand flux et reflux, et qu'elles participent, par conséquent, aux mouvements de l'Ocean, c'est parce qu'elles ne sont pas éloignées de l'équateur où le mouvement des marées est beaucoup plus grand que dans les autres climats, et que d'ailleurs elles sont toutes deux fort longues et fort étroites. Le mouvement des marées est beaucoup plus violent dans la mer Rouge que dans le golfe Persique, parce que la mer Rouge, qui est près de trois fois plus longue et presque aussi étroite que le golfe Persique, ne reçoit aucun fleuve dont le mouvement puisse s'opposer à celui du flux, au lieu que le golfe Persique en reçoit de très-considérables à son extrémité la plus avancée dans les terres. Il paraît ici assez visiblement que la mer Rouge a été formée par une irruption de l'Océan dans les terres; car si on examine le gisement des terres au-dessus et audessous de l'ouverture qui lui sert de passage, on verra que ce passage n'est qu'une coupure, et que, de l'un et de l'autre côté de ce passage les côtes suivent une direction droite et sur la même ligne, la côte d'Arabie depuis le cap Razaigate jusqu'au cap Fartach étant dans la même direction que la côte d'Afrique depuis le cap de Guardafui jusqu'au cap de Sands.

A l'extrémité de la mer Rouge est cette fameuse langue de terre qu'on appelle l'isthme de Suez, qui fait une barrière aux eaux de la mer

Rouge et empêche la communication des mers. On a vu dans le discours précédent les raisons qui peuvent faire croire que la mer Rouge est plus élevée que la Méditerranée, et que, si l'on coupait l'isthme de Suez, il pourrait s'ensuivre une inondation et une augmentation de la Méditerranée; nous ajouterons à ce que nous avons dit, que, quand même on ne voudrait pas convenir que la mer Rouge fût plus élevée que la Méditerranée, on ne pourra pas nier qu'il n'y ait aucun flux et reflux dans cette partie de la Méditerranée voisine des bouches du Nil, et qu'au contraire il y a dans la mer Rouge un flux et reflux très-considérable et qui élève les eaux de plusieurs pieds, ce qui seul suffirait pour faire passer une grande quantité d'eau dans la Méditerranée, si l'isthme était rompu. D'ailleurs, nous avons un exemple cité à ce sujet par Varenius, qui prouve que les mers ne sont pas également élevées dans toutes leurs parties; voici ce qu'il en dit, page 100 de sa géographie : *Oceanus Germanicus, qui est Atlantici pars, inter Frisiam et Hollandiam se effundens, efficit sinum, qui, etsi parvus sit, respectu celebrium sinuum maris, tamen et ipse dicitur mare, alluitque Hollandiæ emporium celeberrimum, Amstelodamum. Non procul indè abest lacus Harlemensis, qui etiam mare Harlemense dicitur. Hujus altitudo non est minor altitudine sinû illius Belgici, quem diximus, et mittit ramum ad urbem Leidam, ubi in varias fossas divaricatur. Quoniam, itaque, nec lacus hic, neque sinus ille, Hollandici maris inundant adjacentes agros (de naturali constitutione loquor, non ubi tempestatibus urgentur, propter quas aggeres facti sunt) patet indè quòd non sint altiores quàm agri Hollandiæ. At verò Oceanum Germanicum esse altiorem quàm terras hasce experti sunt Leidenses, cùm suscepissent fossam seu alveum ex urbe suâ ad Oceani Germanici littora, propè Cattorum vicum perducere (distantia est duorum milliarium), ut, recepto per alveum hunc mari, possint navigationem instituere in Oceanum Germanicum, et hinc in varias terræ regiones. Verùm enimverò, cùm magnam jam alvei partem perfecissent, desistere coacti sunt, quoniam, tùm, demùm, per observationem cognitum est Oceani Germanici aquam esse altiorem quàm agrum inter Leidam et littus Oceani illius; undè locus ille, ubi fodere desierunt, dicitur* Het malle Gat. *Oceanus itaque Germanicus est aliquantùm altior quàm sinus ille Hollandicus*, etc. Ainsi, on peut croire que la mer Rouge est plus haute que la Méditerranée, comme la mer d'Allemagne est plus haute que la mer de Hollande. Quelques anciens auteurs, comme Hérodote et Diodore de Sicile, parlent d'un canal de communication du Nil et de la Méditerranée avec la mer Rouge, et, en dernier lieu, M. Delisle a donné une carte en 1704, dans laquelle il a marqué un bout de canal qui sort du bras le plus oriental du Nil, et qu'il juge devoir être une partie de celui qui faisait autrefois cette communication du Nil avec la mer Rouge. *Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1704. Dans la troisième partie du livre qui a pour titre, *Connaissance de l'ancien monde*, imprimé en 1707, on trouve le même sentiment, et il y est dit, d'après Diodore de Sicile, que ce fut Néco roi d'Égypte qui commença ce canal, que Darius, roi de Perse, le continua, et que Ptolémée II l'acheva et le conduisit jusqu'à la ville d'Arsinoé; qu'il le faisait ouvrir et fermer, selon qu'il en avait besoin. Sans que je prétende vouloir nier ces faits, je suis obligé d'avouer qu'ils me paraissent douteux, et je ne sais pas si la violence et la hauteur des marées dans la mer Rouge, ne se seraient pas nécessairement communiquées aux eaux de ce canal; il me semble qu'au moins il aurait fallu de grandes précautions pour contenir les eaux, éviter les inondations, et beaucoup de soin pour entretenir ce canal en bon état; aussi les historiens qui nous disent que ce canal a été entrepris et achevé, ne nous disent pas s'il a duré; et les vestiges qu'on prétend en reconnaître aujourd'hui sont peut-être tout ce qui en a jamais été fait. On a donné à ce bras de l'Océan le nom de mer Rouge, parce qu'elle a en effet cette couleur dans tous les endroits où il se trouve des madrépores sur son fond : voici ce qui est rapporté dans l'*Histoire générale des Voyages*, tome I, pages 198 et 199. « Avant « que de quitter la mer Rouge, Dom Jean exa« mina quelles peuvent avoir été les raisons qui « ont fait donner ce nom au golfe Arabique par « les anciens, et si cette mer est en effet diffé« rente des autres par la couleur. Il observa « que Pline rapporte plusieurs sentiments sur « l'origine de ce nom : les uns le font venir d'un « roi nommé Érythros, qui régna dans ces can« tons, et dont le nom en grec signifie rouge; « d'autres se sont imaginé que la réflexion du

« soleil produit une couleur rougeâtre sur la sur- « face de l'eau; et d'autres, que l'eau du golfe a « naturellement cette couleur. Les Portugais, qui « avaient déjà fait plusieurs voyages à l'entrée « des détroits, assuraient que toute la côte d'A- « rabie étant fort rouge, le sable et la poussière « qui s'en détachaient, et que le vent poussait « dans la mer, teignaient les eaux de la même « couleur.

« Dom Jean, qui, pour vérifier ces opinions, « ne cessa point jour et nuit depuis son départ « de Socotora, d'observer la nature de l'eau et « les qualités des côtes jusqu'à Suez, assure que « loin d'être naturellement rouge, l'eau est de la « couleur des autres mers, et que le sable ou la « poussière n'ayant rien de rouge non plus, ne « donnent point cette teinte à l'eau du golfe. La « terre sur les deux côtes est généralement « brune, et noire même en quelques endroits; « dans d'autres lieux elle est blanche : ce n'est « qu'au delà de Suaquem, c'est-à-dire sur des « côtes où les Portugais n'avaient point encore pé- « nétré, qu'il vit en effet trois montagnes rayées « de rouge, encore étaient-elles d'un roc fort dur, « et le pays voisin était de la couleur ordinaire.

« La vérité donc est que cette mer, depuis l'en- « trée jusqu'au fond du golfe, est partout de la « même couleur; ce qu'il est facile de se démon- « trer à soi-même, en puisant de l'eau à cha- « que lieu : mais il faut avouer aussi que dans « quelques endroits elle paraît rouge par acci- « dent, et dans d'autres verte et blanche. Voici « l'explication de ce phénomène. Depuis Sua- « quem jusqu'à Kossir, c'est-à-dire pendant l'es- « pace de cent trente-six lieues, la mer est rem- « plie de bancs et de rochers de corail : on leur « donne ce nom, parce que leur forme et leur « couleur les rendent si semblables au corail, « qu'il faut une certaine habileté pour ne pas s'y « tromper; ils croissent comme des arbres, et « leurs branches prennent la forme de celles du « corail; on en distingue deux sortes, l'une blan- « che et l'autre fort rouge; ils sont couverts en « plusieurs endroits d'une espèce de gomme ou « de glu verte, et dans d'autres lieux, orange « foncé. Or, l'eau de cette mer étant plus claire « et plus transparente qu'aucune autre eau du « monde, de sorte qu'à vingt brasses de profon- « deur l'œil pénètre jusqu'au fond, surtout de- « puis Suaquem jusqu'à l'extrémité du golfe, il « arrive qu'elle paraît prendre la couleur des « choses qu'elle couvre : par exemple, lorsque « les rocs sont comme enduits de glu verte, l'eau « qui passe par-dessus paraît d'un vert plus « foncé que les rocs mêmes; et lorsque le fond « est uniquement de sable, l'eau paraît blanche: « de même lorsque les rocs sont de corail, dans « le sens que j'ai donné à ce terme, et que la glu « qui les environne est rouge ou rougeâtre, l'eau « se teint ou plutôt semble se teindre en rouge. « Ainsi, comme les rocs de cette couleur sont « plus fréquents que les blancs et les verts, Dom « Jean conclut qu'on a dû donner au golfe « Arabique le nom de mer Rouge plutôt que ce- « lui de mer verte ou blanche; il s'applaudit de « cette découverte avec d'autant plus de raison, « que la méthode par laquelle il s'en était assuré « ne pouvait lui laisser aucun doute. Il faisait « amarrer une flûte contre les rocs dans les lieux « qui n'avaient point assez de profondeur pour « permettre aux vaisseaux d'approcher, et sou- « vent les matelots pouvaient exécuter ses or- « dres à leur aise, sans avoir la mer plus haut « que l'estomac à plus d'une demi-lieue des « rocs; la plus grande partie des pierres ou des « cailloux qu'ils en tiraient dans les lieux où l'eau « paraissait rouge, avait aussi cette couleur; dans « l'eau qui paraissait verte, les pierres étaient « vertes; et si l'eau paraissait blanche, le fond « était d'un sable blanc, où l'on n'apercevait « point d'autre mélange. »

Depuis l'entrée de la mer Rouge au cap Guardafui jusqu'à la pointe de l'Afrique au cap de Bonne-Espérance, l'Océan a une direction assez égale, et il ne forme aucun golfe considérable dans l'intérieur des terres; il y a seulement une espèce d'enfoncement à la côte de Mélinde, qu'on pourrait regarder comme faisant partie d'un grand golfe, si l'île de Madagascar était réunie à la terre-ferme. Il est vrai que cette île, quoique séparée par le large détroit de Mozambique, paraît avoir appartenu autrefois au continent : car, il y a des sables fort hauts et d'une vaste étendue dans ce détroit, surtout du côté de Madagascar; ce qui reste de passage absolument libre dans ce détroit, n'est pas fort considérable.

En remontant la côte occidentale de l'Afrique depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'au cap Négro, les terres sont droites et dans la même direction, et il semble que toute cette longue côte ne soit qu'une suite de montagnes; c'est au moins un pays élevé qui ne produit, dans une étendue de plus de cinq cents lieues, aucune rivière considérable, à l'exception d'une ou de

deux, dont on n'a reconnu que l'embouchure : mais au delà du cap Négro la côte fait une courbe dans les terres, qui, dans toute l'étendue de cette courbe, paraissent être un pays plus bas que le reste de l'Afrique, et qui est arrosé de plusieurs fleuves dont les plus grands sont le Coanza et le Zaïre; on compte depuis le cap Négro jusqu'au cap Gonsalvez vingt-quatre embouchures de rivières toutes considérables, et l'espace contenu entre ces deux caps est d'environ quatre cent vingt lieues en suivant les côtes. On peut croire que l'Océan a un peu gagné sur ces terres basses de l'Afrique, non pas par son mouvement naturel d'orient en occident, qui est dans une direction contraire à celle qu'exigerait l'effet dont il est question, mais seulement parce que ces terres étant plus basses que toutes les autres, il les aura surmontées et minées presque sans effort. Du cap Gonsalvez au cap des Trois-Pointes l'Océan forme un golfe fort ouvert qui n'a rien de remarquable, sinon un cap fort avancé et situé à peu près dans le milieu de l'étendue des côtes qui forment ce golfe : on l'appelle le cap Formosa. Il y a aussi trois îles dans la partie la plus méridionale de ce golfe, qui sont les îles Fernandpo, du Prince et de Saint-Thomas; ces îles paraissent être la continuation d'une chaîne de montagnes située entre Rio-del-Rey et le fleuve Jamoer. Du cap des Trois-Pointes au cap Palmas l'Océan rentre un peu dans les terres, et du cap Palmas au cap Tagrin il n'y a rien de remarquable dans le gisement des terres; mais, auprès du Tagrin l'Océan fait un très-petit golfe dans les terres de Sierra-Lona, et plus haut un autre encore plus petit où sont les îles Bisagas. Ensuite on trouve le cap Vert, qui est fort avancé dans la mer, et dont il paraît que les îles du même nom ne sont que la continuation, ou, si l'on veut, celle du cap Blanc, qui est une terre élevée, encore plus considérable et plus avancée que celle du cap Vert. On trouve ensuite la côte montagneuse et sèche qui commence au cap Blanc et finit au cap Bajador; les îles Canaries paraissent être une continuation de ces montagnes. Enfin, entre les terres du Portugal et de l'Afrique, l'Océan fait un golfe fort ouvert, au milieu duquel est le fameux détroit de Gibraltar, par lequel l'Océan coule dans la Méditerranée avec une grande rapidité. Cette mer s'étend à près de neuf cents lieues dans l'intérieur des terres, et elle a plusieurs choses remarquables : premièrement elle ne participe pas d'une manière sensible au mouvement de flux et de reflux, et il n'y a que dans le golfe de Venise, où elle se rétrécit beaucoup, que ce mouvement se fait sentir; on prétend aussi s'être aperçu de quelque petit mouvement à Marseille et à la côte de Tripoli; en second lieu elle contient de grandes îles, celle de Sicile, celle de Sardaigne, de Corse, de Chypre, de Majorque, etc., et l'une des plus grandes presqu'îles du monde, qui est l'Italie : elle a aussi un archipel, ou plutôt c'est de cet archipel de notre mer Méditerranée que les autres amas d'îles ont emprunté ce nom; mais cet archipel de la Méditerranée me paraît appartenir plutôt à la mer Noire, et il semble que ce pays de la Grèce ait été en partie noyé par les eaux surabondantes de la mer Noire, qui coulent dans la mer de Marmara, et de là dans la mer Méditerranée.

Je sais bien que quelques gens ont prétendu qu'il y avait dans le détroit de Gibraltar un double courant; l'un supérieur, qui portait l'eau de l'océan dans la Méditerranée, et l'autre inférieur, dont l'effet disent-ils, est contraire; mais cette opinion est évidemment fausse et contraire aux lois de l'hydrostatique. On a dit de même que, dans plusieurs autres endroits, il y avait de ces courants inférieurs, dont la direction était opposée à celle du courant supérieur, comme dans le Bosphore, dans le détroit du Sund, etc.; et Marsilli rapporte même des expériences qui ont été faites dans le Bosphore, et qui prouvent ce fait; mais il y a grande apparence que les expériences ont été mal faites, puisque la chose est impossible, et qu'elle répugne à toutes les notions que l'on a sur le mouvement des eaux. D'ailleurs Greaves, dans sa *Pyramidographie*, pages 101 et 102, prouve par des expériences bien faites, qu'il n'y a dans le Bosphore aucun courant inférieur dont la direction soit opposée au courant supérieur. Ce qui a pu tromper Marsilli et les autres, c'est que dans le Bosphore comme dans le détroit de Gibraltar et dans tous les fleuves qui coulent avec quelque rapidité, il y a un remous considérable le long des rivages, dont la direction est ordinairement différente, et quelquefois contraire à celle du courant principal des eaux.

Parcourons maintenant toutes les côtes du nouveau continent, et commençons par le point du cap Hold-with-hope, situé au soixante-treizième degré latitude nord : c'est la terre la plus septentrionale que l'on connaisse dans le nouveau Groënland; elle n'est éloignée du cap Nord de

Laponie que d'environ cent soixante ou cent quatre-vingts lieues. De ce cap on peut suivre la côte du Groënland jusqu'au cercle polaire; là, l'Océan forme un large détroit entre l'Islande et les terres du Groënland. On prétend que ce pays voisin de l'Islande n'est pas l'ancien Groënland que les Danois possédaient autrefois comme province dépendante de leur royaume; il y avait dans cet ancien Groënland des peuples policés et chrétiens, des évêques, des églises, des villes considérables par leur commerce; les Danois y allaient aussi souvent et aussi aisément que les Espagnols pourraient aller aux Canaries; il existe encore, à ce qu'on assure, des titres et des ordonnances pour les affaires de ce pays, et tout cela n'est pas bien ancien : cependant, sans qu'on puisse deviner comment ni pourquoi, ce pays est absolument perdu, et l'on n'a trouvé dans le nouveau Groënland aucun indice de tout ce que nous venons de rapporter, les peuples y sont sauvages; il n'y a aucun vestige d'édifice, pas un mot de leur langue qui ressemble à la langue danoise, enfin rien qui puisse faire juger que c'est le même pays; il est même presque désert et bordé de glaces pendant la plus grande partie de l'année. Mais, comme ces terres sont d'une très-vaste étendue, et que les côtes ont été très-peu fréquentées par les navigateurs modernes, ces navigateurs ont pu manquer le lieu où habitent les descendants de ces peuples policés; ou bien il se peut que les glaces étant devenues plus abondantes dans cette mer, elles empêchent aujourd'hui d'aborder en cet endroit : tout ce pays, cependant, à en juger par les cartes, a été côtoyé et reconnu en entier; il forme une grande presqu'île à l'extrémité de laquelle sont les deux détroits de Forbisher et l'île de Frisland, où il fait un froid extrême, quoiqu'ils ne soient qu'à la hauteur des Orcades, c'est-à-dire à soixante degrés.

Entre la côte occidentale du Groënland et celle de la terre de Labrador, l'Océan fait un golfe, et ensuite une grande mer méditerranée, la plus froide de toutes les mers, et dont les côtes ne sont pas encore bien reconnues. En suivant ce golfe droit au nord, on trouve le large détroit de Davis, qui conduit à la mer Christiane, terminée par la baie de Baffin, qui fait un cul-de-sac dont il paraît qu'on ne peut sortir que pour tomber dans un autre cul-de-sac, qui est la baie de Hudson. Le détroit de Cumberland, qui peut, aussi bien que celui de Davis, conduire à la mer Christiane, est plus étroit et plus sujet à être glacé; celui de Hudson, quoique beaucoup plus méridional, est aussi glacé pendant une partie de l'année; et on a remarqué dans ces détroits et dans ces mers méditerranées un mouvement de flux et reflux très-fort, tout au contraire de ce qui arrive dans les mers méditerranées de l'Europe, soit dans la Méditerranée, soit dans la mer Baltique, où il n'y a point de flux et reflux; ce qui ne peut venir que de la différence du mouvement de la mer, qui, se faisant toujours d'orient en occident, occasionne de grandes marées dans les détroits qui sont opposés à cette direction de mouvement, c'est-à-dire dans les détroits dont les ouvertures sont tournées vers l'orient; au lieu que, dans ceux de l'Europe, qui présentent leur ouverture à l'occident, il n'y aucun mouvement : l'Océan, par son mouvement général, entre dans les premiers et fait les derniers, et c'est par cette même raison qu'il y a de violentes marées dans les mers de la Chine, de Corée et de Kamtschatka.

En descendant du détroit de Hudson vers la terre de Labrador, on voit une ouverture étroite, dans laquelle Davis, en 1586, remonta jusqu'à trente lieues, et fit quelque petit commerce avec les habitants; mais personne, que je sache, n'a depuis tenté la découverte de ce bras de mer, et on ne connaît de la terre voisine que le pays des Eskimaux : le fort Pontchartrain est la seule habitation et la plus septentrionale de tout ce pays, qui n'est séparé de l'île de Terre-Neuve que par le petit détroit de Bellisle qui n'est pas trop fréquenté; et comme la côte orientale de Terre-Neuve est dans la même direction que la côte de Labrador, on doit regarder l'île de Terre-Neuve comme une partie du continent, de même que l'île Royale paraît être une partie du continent de l'Acadie : le grand banc et les autres bancs sur lesquels on pêche la morue ne sont pas des hauts fonds, comme on pourrait le croire; ils sont à une profondeur considérable sous l'eau, et produisent dans cet endroit des courants très-violents. Entre le cap Breton et Terre-Neuve est un détroit assez large par lequel on entre dans une petite mer méditerranée qu'on appelle le golfe de Saint-Laurent : cette petite mer a un bras qui s'étend assez considérablement dans les terres, et qui semble n'être que l'embouchure du fleuve Saint-Laurent : le mouvement du flux et reflux est extrêmement sensible dans ce bras de mer; et à Qué-

bec même, qui est plus avancé dans les terres, les eaux s'élèvent de plusieurs pieds. Au sortir du golfe de Canada, et en suivant la côte de l'Acadie, on trouve un petit golfe qu'on appelle la baie de Boston, qui fait un petit enfoncement carré dans les terres. Mais, avant que de suivre cette côte plus loin, il est bon d'observer que, depuis l'île de Terre-Neuve, jusqu'aux îles Antilles les plus avancées, comme la Barbade et Antigoa, et même jusqu'à celle de la Guiane, l'Océan fait un très-grand golfe qui a plus de cinq cents lieues d'enfoncement jusqu'à la Floride. Ce golfe du nouveau continent est semblable à celui de l'ancien continent dont nous avons parlé; et tout de même que dans le continent oriental l'Océan, après avoir fait un golfe entre les terres de Kamtschatka et de la Nouvelle-Bretagne, forme ensuite une vaste mer méditerranée, qui comprend la mer de Kamtschatka, celle de Corée, celle de la Chine, etc.; dans le nouveau continent, l'Océan, après avoir fait un grand golfe entre les terres de Terre-Neuve et celles de la Guiane, forme une très-grande mer méditerranée qui s'étend depuis les Antilles, jusqu'au Mexique : ce qui confirme ce que nous avons dit au sujet des effets du mouvement de l'Océan d'orient en occident; car il semble que l'Océan ait gagné tout autant de terrain sur les côtes orientales de l'Amérique, qu'il en a gagné sur les côtes orientales de l'Asie, et ces deux grands golfes ou enfoncements que l'Océan a formés dans ces deux continents, sont sous le même degré de latitude, et à peu près de la même étendue; ce qui fait des rapports ou des convenances singulières, et qui paraissent venir de la même cause.

Si l'on examine la position des îles Antilles, à commencer par celle de la Trinité, qui est la plus méridionale, on ne pourra guère douter que les îles de la Trinité, de Tabago, de la Grenade, les îles des Granadilles, celles de Saint-Vincent, de la Martinique, de Marie-Galande, de la Désirade, d'Antigoa, de la Barbade, avec toutes les autres îles qui les accompagnent, ne fassent une chaîne de montagnes dont la direction est du sud au nord, comme est celle de l'île de Terre-Neuve et de la terre des Esquimaux. Ensuite la direction de ces îles Antilles est de l'est à l'ouest en commençant à l'île de la Barbade, passant par Saint-Barthélemi, Porto-Rico, Saint-Domingue et l'île de Cuba, à peu près comme les terres du cap Breton, de l'Acadie, de la Nouvelle-Angleterre. Toutes ces îles sont si voisines les unes des autres, qu'on peut les regarder comme une bande de terre non interrompue et comme les parties les plus élevées d'un terrain submergé : la plupart de ces îles ne sont en effet que des pointes de montagnes; et la mer qui est au delà est une vraie mer méditerranée, où le mouvement du flux et reflux n'est guère plus sensible que dans notre mer Méditerranée, quoique les ouvertures qu'elles présentent à l'Océan soient directement opposées au mouvement des eaux d'orient en occident; ce qui devrait contribuer à rendre ce mouvement sensible dans le golfe du Mexique : mais, comme cette mer méditerranée est fort large, le mouvement du flux et reflux qui lui est communiqué par l'Océan, se répandant sur un aussi grand espace, perd une grande partie de sa vitesse, et devient presque insensible à la côte de la Louisiane et dans plusieurs autres endroits.

L'ancien et le nouveau continent paraissent donc tous les deux avoir été rongés par l'Océan à la même hauteur et à la même profondeur dans les terres; tous deux ont ensuite une vaste mer méditerranée et une grande quantité d'îles qui sont encore situées à peu près à la même hauteur : la seule différence est que l'ancien continent étant beaucoup plus large que le nouveau, il y a dans la partie occidentale de cet ancien continent une mer méditerranée occidentale qui ne peut pas se trouver dans le nouveau continent; mais il paraît que tout ce qui est arrivé aux terres orientales de l'ancien monde, est aussi arrivé de même aux terres orientales du nouveau monde, et que c'est à peu près dans leur milieu et à la même hauteur que s'est faite la plus grande destruction des terres, parce qu'en effet c'est dans ce milieu et près de l'équateur qu'est le plus grand mouvement de l'Océan.

Les côtes de la Guiane, comprises entre l'embouchure du fleuve Orénoque et celle de la rivière des Amazones, n'offrent rien de remarquable; mais cette rivière, la plus large de l'univers, forme une étendue d'eau considérable auprès de Coropa, avant que d'arriver à la mer par deux bouches différentes qui forment l'île de Caviana. De l'embouchure de la rivière des Amazones jusqu'au cap Saint-Roch, la côte va presque droit de l'ouest à l'est : du cap Saint-Roch au cap Saint-Augustin, elle va du nord au

sud ; et du cap Saint-Augustin à la baie de Tous-les-Saints, elle retourne vers l'ouest ; en sorte que cette partie du Brésil fait une avance considérable dans la mer, qui regarde directement une pareille avance de terre que fait l'Afrique en sens opposé. La baie de Tous-les-Saints est un petit bras de l'Océan qui a environ cinquante lieues de profondeur dans les terres, et qui est fort fréquenté des navigateurs. De cette baie jusqu'au cap de Saint-Thomas, la côte va droit du nord au midi, et ensuite dans une direction sud-ouest jusqu'à l'embouchure du fleuve de la Plata, où la mer fait un petit bras qui remonte à près de cent lieues dans les terres. De là à l'extrémité de l'Amérique, l'Océan paraît faire un grand golfe terminé par les terres voisines de la terre de Feu, comme l'île Falkland, les terres du cap de l'Assomption, l'île Beauchêne, et les terres qui forment le détroit de la Roche, découvert en 1671 : on trouve au fond de ce golfe le détroit de Magellan, qui est le plus long de tous les détroits, et où le flux et reflux est extrêmement sensible ; au delà est celui de Le Maire, qui est plus court et plus commode, et enfin le cap Horn, qui est la pointe du continent de l'Amérique méridionale.

On doit remarquer, au sujet de ces pointes formées par les continents, qu'elles sont toutes posées de la même façon ; elles regardent toutes le midi, et la plupart sont coupées par des détroits qui vont de l'orient à l'occident : la première est celle de l'Amérique méridionale, qui regarde le midi ou le pôle austral, et qui est coupée par le détroit de Magellan ; la seconde est celle du Groënland, qui regarde aussi directement le midi, et qui est coupée de même de l'est à l'ouest par les détroits de Forbisher ; la troisième est celle de l'Afrique, qui regarde aussi le midi, et qui a, au delà du cap de Bonne-Espérance, des bancs et des hauts-fonds qui paraissent en avoir été séparés ; la quatrième est la pointe de la presqu'île de l'Inde, qui est coupée par un détroit qui forme l'île de Ceylan, et qui regarde le midi, comme toutes les autres. Jusqu'ici nous ne voyons pas qu'on puisse donner la raison de cette singularité, et dire pourquoi les pointes de toutes les grandes presqu'îles sont toutes tournées vers le midi, et presque toutes coupées à leurs extrémités par des détroits.

En remontant de la terre de Feu tout le long des côtes occidentales de l'Amérique méridionale, l'Océan rentre assez considérablement dans les terres, et cette côte semble suivre exactement la direction des hautes montagnes qui traversent du midi au nord toute l'Amérique méridionale depuis l'équateur jusqu'à la terre de Feu. Près de l'équateur, l'Océan fait un golfe assez considérable, qui commence au cap Saint-François, et s'étend jusqu'à Panama, où est le fameux isthme qui, comme celui de Suez, empêche la communication des deux mers, et sans lesquels il y aurait une séparation entière de l'ancien et du nouveau continent en deux parties ; de là il n'y a rien de remarquable jusqu'à la Californie, qui est une presqu'île fort longue, entre les terres de laquelle et celles du Nouveau-Mexique l'Océan fait un bras qu'on appelle la *mer Vermeille*, qui a plus de deux cents lieues d'étendue en longueur. Enfin, on a suivi les côtes occidentales de la Californie jusqu'au quarante-troisième degré ; et à cette latitude, Drake, qui le premier a fait la découverte de la terre qui est au nord de la Californie, et qui l'a appelée *nouvelle-Albion*, fut obligé, à cause de la rigueur du froid, de changer sa route, et de s'arrêter dans une petite baie qui porte son nom, de sorte qu'au delà du quarante-troisième ou du quarante-quatrième degré, les mers de ces climats n'ont pas été reconnues, non plus que les terres de l'Amérique septentrionale, dont les derniers peuples qui sont connus sont les Moozemlekis, sous le quarante-huitième degré, et les Assiniboils, sous le cinquante et unième, et les premiers sont beaucoup plus reculés vers l'ouest que les seconds. Tout ce qui est au delà, soit terre, soit mer, dans une étendue de plus de mille lieues en longueur et d'autant en largeur, est inconnu, à moins que les Moscovites dans leurs dernières navigations n'aient, comme ils l'ont annoncé, reconnu une partie de ces climats en partant de Kamtschatka, qui est la terre la plus voisine du côté de l'orient.

L'Océan environne donc toute la terre sans interruption de continuité, et on peut faire le tour du globe en passant à la pointe de l'Amérique méridionale ; mais on ne sait pas encore si l'Océan environne de même la partie septentrionale du globe, et tous les navigateurs qui ont tenté d'aller d'Europe à la Chine par le nord-est ou par le nord-ouest, ont également échoué dans leurs entreprises.

Les lacs diffèrent des mers méditerranées en ce qu'ils ne tirent aucune eau de l'Océan, et

qu'au contraire, s'ils ont communication avec les mers, ils leur fournissent des eaux : ainsi la mer Noire, que quelques géographes ont regardée comme une suite de la mer Méditerranée, et par conséquent comme un appendice de l'Océan, n'est qu'un lac, parce qu'au lieu de tirer des eaux de la Méditerranée elle lui en fournit, et coule avec rapidité par le Bosphore dans le lac appelé mer de Marmara, et de là par le détroit des Dardanelles dans la mer de Grèce. La mer Noire a environ deux cent cinquante lieues de longueur sur cent de largeur, et elle reçoit un grand nombre de fleuves dont les plus considérables sont le Danube, le Niéper, le Don, le Bog, le Donjec, etc. Le Don, qui se réunit avec le Donjec, forme, avant que d'arriver à la mer Noire, un lac ou un marais fort considérable, qu'on appelle le *Palus-Méotide*, dont l'étendue est de plus de cent lieues en longueur, sur vingt ou vingt-cinq de largeur. La mer de Marmara, qui est au-dessous de la mer Noire, est un lac plus petit que le Palus-Méotide, et il n'a qu'environ cinquante lieues de longueur sur huit ou neuf de largeur.

Quelques anciens, et entre autres Diodore de Sicile, ont écrit que le Pont-Euxin, ou la mer Noire, n'était autrefois que comme une grande rivière ou un grand lac qui n'avait aucune communication avec la mer de Grèce; mais que, ce grand lac s'étant augmenté considérablement avec le temps, par les eaux des fleuves qui y arrivent, il s'était enfin ouvert un passage, d'abord du côté des îles Cyanées, et ensuite du côté de l'Hellespont. Cette opinion me paraît assez vraisemblable, et même il est facile d'expliquer le fait; car, en supposant que le fond de la mer Noire fût autrefois plus bas qu'il ne l'est aujourd'hui, on voit bien que les fleuves qui y arrivent auront élevé le fond de cette mer par le limon et les sables qu'ils entraînent, et que, par conséquent, il a pu arriver que la surface de cette mer se soit élevée assez pour que l'eau ait pu se faire une issue; et comme les fleuves continuent toujours à amener du sable et des terres, et qu'en même temps la quantité d'eau diminue dans les fleuves à proportion que les montagnes dont ils tirent leur source s'abaissent, il peut arriver par une longue suite de siècles que le Bosphore se remplisse : mais, comme ces effets dépendent de plusieurs causes, il n'est guère possible de donner sur cela quelque chose de plus que de simples conjectures. C'est sur ce témoignage des anciens que M. de Tournefort dit, dans son Voyage du Levant, que la mer Noire recevant les eaux d'une grande partie de l'Europe et de l'Asie, après avoir augmenté considérablement, s'ouvrit un chemin par le Bosphore, et ensuite forma la Méditerranée, ou l'augmenta si considérablement, que d'un lac qu'elle était autrefois, elle devint une grande mer, qui s'ouvrit ensuite elle-même un chemin par le détroit de Gibraltar; et que c'est probablement dans ce temps que l'île Atlantide, dont parle Platon, a été submergée. Cette opinion ne peut se soutenir, dès qu'on est assuré que c'est l'Océan qui coule dans la Méditerranée, et non pas la Méditerranée dans l'Océan. D'ailleurs, M. de Tournefort n'a pas combiné deux faits essentiels, et qu'il rapporte cependant tous deux : le premier, c'est que la mer Noire reçoit neuf ou dix fleuves, dont il n'y en a pas un qui ne lui fournisse plus d'eau que le Bosphore n'en laisse sortir; le second, c'est que la mer Méditerranée ne reçoit pas plus d'eau par les fleuves que la mer Noire; cependant elle est sept ou huit fois plus grande, et ce que le Bosphore lui fournit ne fait pas la dixième partie de ce qui tombe dans la mer Noire : comment veut-il que cette dixième partie de ce qui tombe dans une petite mer, ait formé non seulement une grande mer, mais encore ait si fort augmenté la quantité des eaux, qu'elles aient renversé les terres à l'endroit du détroit, pour aller ensuite submerger une île plus grande que l'Europe? Il est aisé de voir que cet endroit de M. de Tournefort n'est pas assez réfléchi. La mer Méditerranée tire, au contraire, au moins dix fois plus d'eau de l'Océan, qu'elle n'en tire de la mer Noire, parce que le Bosphore n'a que huit cents pas de largeur dans l'endroit le plus étroit, au lieu que le détroit de Gibraltar en a plus de cinq mille dans l'endroit le plus serré, et qu'en supposant les vitesses égales dans l'un et dans l'autre détroit, celui de Gibraltar a bien plus de profondeur.

M. de Tournefort, qui plaisante sur Polybe au sujet de l'opinion que le Bosphore se remplira, et qui la traite de fausse prédiction, n'a pas fait assez d'attention aux circonstances, pour prononcer, comme il le fait, sur l'impossibilité de cet événement. Cette mer, qui reçoit huit ou dix grands fleuves, dont la plupart entraînent beaucoup de terre, de sable et de limon, ne se remplit-elle pas peu à peu? les vents et

le courant naturel des eaux vers le Bosphore, ne doivent-ils pas y transporter une partie de ces terres amenées par ces fleuves? Il est donc au contraire très-probable que par la succession des temps le Bosphore se trouvera rempli, lorsque les fleuves qui arrivent dans la mer Noire auront beaucoup diminué : or, tous les fleuves diminuent de jour en jour, parce que tous les jours les montagnes s'abaissent; les vapeurs qui s'arrêtent autour des montagnes étant les premières sources des rivières, leur grosseur, et leur quantité d'eau dépend de la quantité de ces vapeurs, qui ne peut manquer de diminuer à mesure que les montagnes diminuent de hauteur.

Cette mer reçoit à la vérité plus d'eau par les fleuves que la Méditerranée, et voici ce qu'en dit le même auteur : « Tout le monde sait que « les plus grandes eaux de l'Europe tombent « dans la mer Noire par le moyen du Danube, « dans lequel se dégorgent les rivières de Souabe, de Franconie, de Bavière, d'Autriche, « de Hongrie, de Moravie, de Carinthie, de « Croatie, de Bothnie, de Servie, de Transylvanie, de Valachie; celles de la Russie noire « et de la Podolie se rendent dans la même mer « par le moyen du Niester; celles des parties « méridionales et orientales de la Pologne, de la « Moscovie septentrionale et du pays des cosaques, y entrent par le Niéper ou Borysthène; « le Tanaïs et le Copa arrivent aussi dans la « mer Noire par le Bosphore Cimmérien; les rivières de la Mingrélie, dont le Phase est la « principale, se vident aussi dans la mer Noire, « de même que le Casalmac, le Sangaris et les « autres fleuves de l'Asie mineure qui ont leur « cours vers le nord; néanmoins le Bosphore « de Thrace n'est comparable à aucune de ces « grandes rivières. » (Voy. *Voyage du Levant de Tournefort*, vol. II, page 123.)

Tout cela prouve que l'évaporation suffit pour enlever une quantité d'eau très-considérable, et c'est à cause de cette grande évaporation qui se fait sur la Méditerranée, que l'eau de l'Océan coule continuellement pour y arriver par le détroit de Gibraltar. Il est assez difficile de juger de la quantité d'eau que reçoit une mer; il faudrait connaître la largeur, la profondeur et la vitesse de tous les fleuves qui y arrivent, savoir de combien ils augmentent et diminuent dans les différentes saisons de l'année : et quand même tous ces faits seraient acquis, le plus important et le plus difficile reste encore, c'est de savoir combien cette mer perd par l'évaporation; car en la supposant même proportionnelle aux surfaces, on voit bien que dans un climat chaud elle doit être plus considérable que dans un pays froid. D'ailleurs, l'eau mêlée de sel et de bitume s'évapore plus lentement que l'eau douce; une mer agitée, plus promptement qu'une mer tranquille : la différence de profondeur y fait aussi quelque chose : en sorte qu'il entre tant d'éléments dans cette théorie de l'évaporation, qu'il n'est guère possible de faire sur cela des estimations qui soient exactes.

L'eau de la mer Noire paraît être moins claire, et elle est beaucoup moins salée que celle de l'Océan. On ne trouve aucune île dans toute l'étendue de cette mer : les tempêtes y sont très-violentes et plus dangereuses que sur l'Océan, parce que toutes les eaux étant contenues dans un bassin qui n'a, pour ainsi dire, aucune issue, elles ont une espèce de mouvement de tourbillon, lorsqu'elles sont agitées, qui bat les vaisseaux de tous les côtés avec une violence insupportable. (Voyez *les Voyages de Chardin*, page 142.)

Après la mer Noire, le plus grand lac de l'univers est la mer Caspienne, qui s'étend du midi au nord sur une longueur d'environ trois cents lieues, et qui n'a guère que cinquante lieues de largeur en prenant une mesure moyenne. Ce lac reçoit l'un des plus grands fleuves du monde, qui est le Volga, et quelques autres rivières considérables, comme celles de Kur, de Faie, de Gempo; mais ce qu'il y a de singulier, c'est qu'elle n'en reçoit aucune dans toute cette longueur de trois cents lieues du côté de l'orient. Le pays qui l'avoisine de ce côté est un désert de sable que personne n'avait reconnu jusqu'à ces derniers temps; le czar Pierre Ier y ayant envoyé des ingénieurs pour lever la carte de la mer Caspienne, il s'est trouvé que cette mer avait une figure tout à fait différente de celle qu'on lui donnait dans les cartes géographiques; on la représentait ronde, elle est fort longue et assez étroite : on ne connaissait donc point du tout les côtes orientales de cette mer, non plus que le pays voisin; on ignorait jusqu'à l'existence du lac Aral, qui en est éloigné vers l'orient d'environ cent lieues; ou, si on connaissait quelques-unes des côtes de ce lac Aral, on croyait que c'était une partie de la mer Caspienne : en sorte qu'avant les découvertes du

czar, il y avait dans ce climat un terrain de plus de trois cents lieues de longueur sur cent et cent cinquante de largeur, qui n'était pas encore connu. Le lac Aral est à peu près de figure oblongue, et peut avoir quatre-vingt-dix ou cent lieues dans sa plus grande longueur, sur cinquante ou soixante de largeur; il reçoit deux fleuves très-considérables, qui sont le Sirderoias et l'Oxus, et les eaux de ce lac n'ont aucune issue non plus que celles de la mer Caspienne : et de même que la mer Caspienne ne reçoit aucun fleuve du côté de l'orient, le lac Aral n'en reçoit aucun du côté de l'occident; ce qui doit faire présumer qu'autrefois ces deux lacs n'en formaient qu'un seul, et que les fleuves ayant diminué peu à peu et ayant amené une très-grande quantité de sable et de limon, tout le pays qui les sépare aura été formé de ces sables. Il y a quelques petites îles dans la mer Caspienne, et ses eaux sont beaucoup moins salées que celles de l'Océan. Les tempêtes y sont aussi fort dangereuses, et les grands bâtiments n'y sont pas d'usage pour la navigation, parce qu'elle est peu profonde et semée de bancs et d'écueils au-dessous de la surface de l'eau. Voici ce qu'en dit Pietro della Valle, tome III, page 235. « Les plus grands vaisseaux que l'on « voit sur la mer Caspienne, le long des côtes de « la province de Mazande en Perse, où est « bâtie la ville de Ferhabad, quoiqu'ils les ap- « pellent navires, me paraissent plus petits que « nos tartanes; ils sont fort hauts de bord, en- « foncent peu dans l'eau, et ont le fond plat : ils « donnent aussi cette forme à leurs vaisseaux, « non-seulement à cause que la mer Caspienne « n'est pas profonde à la rade et sur les côtes, « mais encore parce qu'elle est remplie de bancs « de sable, et que les eaux sont basses en plu- « sieurs endroits; tellement que, si les vaisseaux « n'étaient fabriqués de cette façon, on ne pour- « rait pas s'en servir sur cette mer. Certainement, « je m'étonnais, et avec quelque fondement, ce « me semble, pourquoi ils ne pêchaient à Fer- « habad que des saumons qui se trouvent à « l'embouchure du fleuve, et de certains estur- « geons très-mal conditionnés, de même que « de plusieurs autres sortes de poissons qui se « rendent à l'eau douce, et qui ne valent rien; « et comme j'en attribuais la cause à l'insuffi- « sance qu'ils ont en l'art de naviguer et de « pêcher, ou à la crainte qu'ils avaient de se « perdre s'ils pêchaient en haute mer, parce « que je sais d'ailleurs que les Persans ne sont « pas d'habiles gens sur cet élément, et qu'ils « n'entendent presque pas la navigation, le « kan d'Estérabad, qui fait sa résidence sur « le port de mer, et à qui, par conséquent, les « raisons n'en sont pas inconnues, par l'expé- « rience qu'il en a, m'en débita une, savoir, « que les eaux sont si basses à vingt et trente « milles dans la mer, qu'il est impossible d'y « jeter des filets qui aillent au fond, et d'y faire « aucune pêche qui soit de la conséquence de « celle de nos tartanes; de sorte que c'est par « cette raison qu'ils donnent à leurs vaisseaux « la forme que je vous ai marquée ci-dessus, « et qu'ils ne les montent d'aucune pièce de ca- « non, parce qu'il se trouve fort peu de cor- « saires et de pirates qui courent cette mer. »

Struys, le P. Avril et d'autres voyageurs ont prétendu qu'il y avait dans le voisinage de Kilau deux gouffres, où les eaux de la mer Caspienne étaient englouties, pour se rendre ensuite par des canaux souterrains dans le golfe Persique. De Fer et d'autres géographes ont même marqué ces gouffres sur leurs cartes : cependant ces gouffres n'existent pas, les gens envoyés par le czar s'en sont assurés. (Voyez *les Mémoires de l'Acad. des Scienc.*, année 1721.) Le fait des feuilles de saule qu'on voit en quantité sur le golfe Persique, et qu'on prétendait venir de la mer Caspienne, parce qu'il n'y a pas de saules sur le golfe Persique, étant avancé par les mêmes auteurs, est apparemment aussi peu vrai que celui des prétendus gouffres; et Gémelli Carreri, aussi bien que les Moscovites, assure que ces gouffres sont absolument imaginaires. En effet, si l'on compare l'étendue de la mer Caspienne avec celle de la mer Noire, on trouvera que la première est de près d'un tiers plus petite que la seconde; que la mer Noire reçoit beaucoup plus d'eau que la mer Caspienne; que, par conséquent, l'évaporation suffit dans l'une et dans l'autre pour enlever toute l'eau qui arrive dans ces deux lacs, et qu'il n'est pas nécessaire d'imaginer des gouffres dans la mer Caspienne plutôt que dans la mer Noire.

Il y a des lacs qui sont comme des mares, qui ne reçoivent aucune rivière, et desquels il n'en sort aucune; il y en a d'autres qui reçoivent des fleuves, et desquels il sort d'autres fleuves; et enfin d'autres qui seulement reçoivent des fleuves. La mer Caspienne et le lac Aral sont

de cette dernière espèce; ils reçoivent les eaux de plusieurs fleuves et les contiennent : la mer Morte reçoit de même le Jourdain, et il n'en sort aucun fleuve. Dans l'Asie mineure, il y a un petit lac de la même espèce, qui reçoit les eaux d'une rivière dont la source est auprès de Cogni, et qui n'a, comme les précédents, d'autre voie que l'évaporation pour rendre les eaux qu'il reçoit. Il y en a un beaucoup plus grand en Perse, sur lequel est située la ville de Marago; il est de figure ovale et il a environ dix ou douze lieues de longueur sur six ou sept de largeur : il reçoit la rivière de Tauris, qui n'est pas considérable. Il y a aussi un pareil petit lac en Grèce à douze ou quinze lieues de Lépante. Ce sont là les seuls lacs de cette espèce qu'on connaisse en Asie; en Europe, il n'y en a pas un qui soit un peu considérable. En Afrique, il y en a plusieurs, mais qui sont tous assez petits, comme le lac qui reçoit le fleuve Ghir, celui dans lequel tombe le fleuve de Zez, celui qui reçoit la rivière de Touguedout, et celui auquel aboutit le fleuve Tafilet. Ces quatre lacs sont assez pres les uns des autres, et ils sont situés vers les frontières de Barbarie près des déserts de Sahara. Il y en a un autre situé dans la contrée de Kovar, qui reçoit la rivière du pays de Berdoa. Dans l'Amérique septentrionale, où il y a plus de lacs qu'en aucun pays du monde, on n'en connait pas un de cette espèce, à moins qu'on ne veuille regarder comme tels deux petits amas d'eau formés par des ruisseaux, l'un auprès de Guatimapo, et l'autre à quelques lieues de Réal-Nuevo, tous deux dans le Mexique. Mais dans l'Amérique méridionale, au Pérou, il y a deux lacs consécutifs, dont l'un, qui est le lac Titicaca, est fort grand, qui reçoivent une rivière dont la source n'est pas éloignée de Cusco, et desquels il ne sort aucune autre rivière : il y en a un plus petit dans le Tucuman, qui reçoit la rivière Salta; et un autre un peu plus grand dans le même pays, qui reçoit la rivière de San-Iago, et encore trois ou quatre autres entre le Tucuman et le Chili.

Les lacs dont il ne sort aucun fleuve et qui n'en reçoivent aucun, sont en plus grand nombre que ceux dont je viens de parler : ces lacs ne sont que des espèces de mares où se rassemblent les eaux pluviales, ou bien ce sont des eaux souterraines qui sortent en forme de fontaines dans les lieux bas, où elles ne peuvent ensuite trouver d'écoulement. Les fleuves qui débordent, peuvent aussi laisser dans les terres des eaux stagnantes, qui se conservent ensuite pendant longtemps, et qui ne se renouvellent que dans le temps des inondations. La mer, par de violentes agitations, a pu inonder quelquefois de certaines terres et y former des lacs salés, comme celui de Harlem et plusieurs autres de la Hollande, auxquels il ne paraît pas qu'on puisse attribuer une autre origine; ou bien la mer, en abandonnant par son mouvement naturel de certaines terres, y aura laissé des eaux dans les lieux les plus bas, qui y ont formé des lacs que l'eau des pluies entretient. Il y a, en Europe, plusieurs petits lacs de cette espèce, comme en Irlande, en Jutland, en Italie, dans le pays des Grisons, en Pologne, en Moscovie, en Finlande, en Grèce; mais tous ces lacs sont très-peu considérables. En Asie, il y en a un près de l'Euphrate, dans le désert d'Irac, qui a plus de quinze lieues de longueur; un autre aussi en Perse, qui est à peu près de la même étendue que le premier, et sur lequel sont situées les villes de Kélat, de Tétuan, de Vastan et de Van; un autre petit dans le Chorassan auprès de Ferrior; un autre petit dans la Tartarie indépendante, qu'on appelle le lac Lévi; deux autres dans la Tartarie moscovite; un autre à la Cochinchine, et enfin un à la Chine, qui est assez grand, et qui n'est pas fort éloigné de Nankin; ce lac cependant communique à la mer voisine par un canal de quelques lieues. En Afrique, il y a un petit lac de cette espèce dans le royaume de Maroc; un autre près d'Alexandrie, qui paraît avoir été laissé par la mer; un autre assez considérable, formé par les eaux pluviales dans le désert d'Azarad, environ sous le trentième degré de latitude; ce lac a huit ou dix lieues de longueur; un autre encore plus grand, sur lequel est située la ville de Gaoga sous le vingt-septième degré; un autre, mais beaucoup plus petit, près de la ville de Kanum, sous le trentième degré; un près de l'embouchure de la rivière de Gambia; plusieurs autres dans le Congo à deux ou trois degrés de latitude sud; deux autres dans le pays des Cafres, l'un appelé le lac Rufumbo, qui est médiocre, et l'autre dans la province d'Arbuta, qui est peut-être le plus grand lac de cette espèce, ayant vingt-cinq lieues environ de longueur sur sept ou huit de largeur. Il y a aussi un de ces lacs à Madagascar, près de la côte orientale, environ sous le vingt-neuvième degré de latitude sud.

En Amérique, dans le milieu de la péninsule de la Floride, il y a un de ces lacs, au milieu duquel est une île appelée Serrope. Le lac de la ville de Mexico est aussi de cette espèce; et ce lac, qui est à peu près rond, a environ dix lieues de diametre. Il y en a un autre encore plus grand dans la Nouvelle-Espagne, à vingt-cinq lieues de distance ou environ de la côte de la baie de Campêche, et un autre plus petit dans la même contrée, près des côtes de la mer du sud. Quelques voyageurs ont prétendu qu'il y avait dans l'intérieur des terres de la Guiane un très-grand lac de cette espèce; ils l'ont appelé le lac d'Or ou le lac Parime; et ils ont raconté des merveilles de la richesse des pays voisins, et de l'abondance des paillettes d'or qu'on trouvait dans l'eau de ce lac : ils donnent a ce lac une étendue de plus de quatre cents lieues de longueur, et de plus de cent vingt-cinq de largeur; il n'en sort, disent-ils, aucun fleuve, et il n'y en entre aucun. Quoique plusieurs géographes aient marqué ce grand lac sur leurs cartes, il n'est pas certain qu'il existe, et il l'est encore bien moins qu'il existe tel qu'ils nous le représentent.

Mais les lacs les plus ordinaires et les plus communément grands, sont ceux qui, après avoir reçu un autre fleuve, ou plusieurs petites rivières, donnent naissance à d'autres grands fleuves. Comme le nombre de ces lacs est fort grand, je ne parlerai que des plus considérables, ou de ceux qui auront quelque singularité. En commençant par l'Europe, nous avons en Suisse le lac de Genève, celui de Constance, etc.; en Hongrie, celui de Balaton; en Livonie, un lac qui est assez grand et qui sépare les terres de cette province de celles de la Moscovie; en Finlande, le lac Lapwert, qui est fort long et qui se divise en plusieurs bras; le lac Oula qui est de figure ronde; en Moscovie le lac Ladoga qui a plus de vingt-cinq lieues de longueur sur plus de douze de largeur; le lac Onéga, qui est aussi long, mais moins large; le lac Ilmen; celui de Béloséro, d'où sort l'une des sources du Volga; l'Iwan-Oséro duquel sort l'une des sources du Don; deux autres lacs dont le Vitzogda tire son origine; en Laponie le lac dont sort le fleuve de Kimi; un autre beaucoup plus grand, qui n'est pas éloigné de la côte de Wardhus; plusieurs autres desquels sortent les fleuves de Lula, de Pitha, d'Uma, qui tous ne sont pas fort considérables; en Norwége, deux autres à peu près de même grandeur que ceux de Laponie; en Suède, le lac Véner, qui est grand, aussi bien que le lac Méler, sur lequel est situé Stockholm; deux autres lacs moins considérables, dont l'un est près d'Elvédal et l'autre de Lincopin.

Dans la Sibérie et dans la Tartarie moscovite et indépendante, il y a un grand nombre de ces lacs, dont les principaux sont le grand lac Baraba qui a plus de cent lieues de longueur, et dont les eaux tombent dans l'Irtis; le grand lac Estraguel à la source du même fleuve Irtis; plusieurs autres moins grands à la source du Jénisca; le grand lac Kita à la source de l'Oby; un autre grand lac à la source de l'Angara; le lac Baïcal qui a plus de soixante-dix lieues de longueur, et qui est formé par le même fleuve Angara; le lac Péhu, d'où sort le fleuve Urack, etc.; à la Chine et dans la Tartarie chinoise, le lac Dalai, d'où sort la grosse rivière d'Argus qui tombe dans le fleuve Amour; le lac des Trois-Montagnes, d'où sort la rivière Hélum, qui tombe dans le même fleuve Amour; les lacs de Cinhal, de Cokmor et de Sorama, desquels sortent les sources du fleuve Hoanho; deux autres grands lacs voisins du fleuve de Nankin, etc.; dans le Tonquin le lac de Guadag, qui est considérable; dans l'Inde le lac Chiamat, d'où sort le fleuve Laquia, et qui est voisin des sources du fleuve Ava, du Longenu, etc.; ce lac a plus de quarante lieues de largeur sur cinquante de longueur; un autre lac à l'origine du Gange; un autre près de Cachemire à l'une des sources du fleuve Indus, etc.

En Afrique, on a le lac Cayar et deux ou trois autres qui sont voisins de l'embouchure du Sénégal; le lac de Guarde et celui de Sigismes, qui tous deux ne font qu'un même lac de forme presque triangulaire, qui a plus de cent lieues de longueur sur soixante-quinze de largeur, et qui contient une île considérable : c'est dans ce lac que le Niger perd son nom; et au sortir de ce lac qu'il traverse, on l'appelle Sénégal. Dans le cours du même fleuve, en remontant vers la source, on trouve un autre lac considérable qu'on appelle le lac Bournou, où le Niger quitte encore son nom, car la rivière qui y arrive s'appelle Gambaru ou Gombarow. En Éthiopie, aux sources du Nil, est le grand lac Gambia, qui a plus de cinquante lieues de longueur. Il y a aussi plusieurs lacs sur la côte de Guinée, qui paraissent avoir été formés par la mer; et il n'y

a que peu d'autres lacs d'une grandeur un peu considérable dans le reste de l'Afrique.

L'Amérique septentrionale est le pays des lacs : les plus grands sont le lac Supérieur, qui a plus de cent vingt-cinq lieues de longueur sur cinquante de largeur; le lac Huron, qui a près de cent lieues de longueur sur environ quarante de largeur; le lac des Illinois, qui, en y comprenant la baie des Puants, est tout aussi étendu que le lac Huron; le lac Érié et le lac Ontario, qui ont tous deux plus de quatre-vingts lieues de longueur sur vingt ou vingt-cinq de largeur; le lac Mistasin, au nord de Québec, qui a environ cinquante lieues de longueur; le lac de Champlain au midi de Québec, qui est à peu près de la même étendue que le lac Mistasin; le lac Alemipigon et le lac des Christinaux, tous deux au nord du lac Supérieur, sont aussi fort considérables; le lac des Assiniboils, qui contient plusieurs îles, et dont l'étendue en longueur est de plus de soixante-quinze lieues. Il y en aussi deux de médiocre grandeur dans le Mexique, indépendamment de celui de Mexico; un autre beaucoup plus grand appelé le lac Nicaragua dans la province du même nom; ce lac a plus de soixante ou soixante-dix lieues d'étendue en longueur.

Enfin, dans l'Amérique méridionale, il y en a un petit à la source du Maragnon; un autre plus grand à la source de la rivière du Paraguai; le lac Titicares, dont les eaux tombent dans le fleuve de la Plata; deux autres plus petits dont les eaux coulent aussi vers ce même fleuve, et quelques autres qui ne sont pas considérables dans l'intérieur des terres du Chili.

Tous les lacs dont les fleuves tirent leur origine, tous ceux qui se trouvent dans le cours des fleuves ou qui en sont voisins et qui y versent leurs eaux, ne sont point salés : presque tous ceux au contraire qui reçoivent des fleuves, sans qu'il en sorte d'autres fleuves, sont salés; ce qui semble favoriser l'opinion que nous avons exposée au sujet de la salure de la mer, qui pourrait bien venir pour cause les sels que les fleuves détachent des terres, et qu'ils transportent continuellement à la mer : car l'évaporation ne peut pas enlever les sels fixes, et par conséquent ceux que les fleuves portent dans la mer, y restent; et quoique l'eau des fleuves paraisse douce, on sait que cette eau douce ne laisse pas de contenir une petite quantité de sel, et, par la succession des temps, la mer a dû acquérir un degré de salure considérable, qui doit toujours aller en augmentant. C'est ainsi, à ce que j'imagine, que la mer Noire, la mer Caspienne, le lac Aral, la mer Morte, etc., sont devenus salés; les fleuves qui se jettent dans ces lacs, y ont amené successivement tous les sels qu'ils ont détachés des terres, et l'évaporation n'a pu les enlever. A l'égard des lacs qui sont comme des mares, qui ne reçoivent aucun fleuve, et desquels il n'en sort aucun, ils sont ou doux ou salés, suivant leur différente origine; ceux qui sont voisins de la mer, sont ordinairement salés, et ceux qui en sont éloignés, sont doux, et cela, parce que les uns ont été formés par des inondations de la mer, et que les autres ne sont que des fontaines d'eau douce, qui, n'ayant pas d'écoulement, forment une grande étendue d'eau. On voit aux Indes plusieurs étangs et réservoirs faits par l'industrie des habitants, qui ont jusqu'à deux ou trois lieues de superficie, dont les bords sont revêtus d'une muraille de pierre; ces réservoirs se remplissent pendant la saison des pluies, et servent aux habitants pendant l'été, lorsque l'eau leur manque absolument, à cause du grand éloignement où ils sont des fleuves et des fontaines.

Les lacs qui ont quelque chose de particulier, sont la mer Morte, dont les eaux contiennent beaucoup plus de bitume que de sel; ce bitume, qu'on appelle bitume de Judée, n'est autre chose que de l'asphalte, et aussi quelques auteurs ont appelé la mer Morte, lac Asphaltite. Les terres aux environs du lac contiennent une grande quantité de ce bitume. Bien des gens se sont persuadé, au sujet de ce lac, des choses semblables à celles que les poetes ont écrites du lac d'Averne, que le poisson ne pouvait y vivre; que les oiseaux qui passaient par-dessus étaient suffoqués : mais ni l'un ni l'autre de ces lacs ne produit ces funestes effets, ils nourrissent tous deux du poisson; les oiseaux volent par-dessus, et les hommes s'y baignent sans aucun danger.

Il y a, dit-on, en Bohême, dans la campagne de Boleslaw, un lac où il y a des trous d'une profondeur si grande qu'on n'a pu la sonder, et il s'élève de ces trous des vents impétueux qui parcourent toute la Bohême, et qui, pendant l'hiver, élèvent souvent en l'air des morceaux de glace de plus de cent livres de pesanteur. Voyez *Act. Lips.*, année 1682, page 246. On parle d'un lac en Islande qui pétrifie; le lac Néagh en Irlande a aussi la même propriété ·

mais ces pétrifications produites par l'eau de ces lacs ne sont sans doute autre chose que des incrustations comme celles que fait l'eau d'Arcueil.

ADDITIONS ET CORRECTIONS

A L'ARTICLE QUI A POUR TITRE :

DES MERS ET DES LACS.

Sur les limites de la mer du Sud.

La mer du Sud qui, comme l'on sait, a beaucoup plus d'étendue en largeur que la mer Atlantique, paraît être bornée par deux chaînes de montagnes qui se correspondent jusqu'au delà de l'équateur : la première de ces chaînes est celle des montagnes de Californie, du nouveau Mexique, de l'isthme de Panama et des Cordilières du Pérou, du Chili, etc.; l'autre est la chaîne de montagnes qui s'étend depuis le Kamtschatka, et passe par Yeço, par le Japon, et s'étend jusqu'aux îles des Larrons, et même aux Nouvelles-Philippines. La direction de ces chaînes de montagnes, qui paraissent être les anciennes limites de la mer Pacifique, est précisément du nord au sud; en sorte que l'ancien continent était borné à l'orient par l'une de ces chaînes, et le nouveau continent par l'autre. Leur séparation s'est faite dans le temps où les eaux, arrivant du pôle austral, ont commencé à couler entre ces deux chaînes de montagnes qui semblent se réunir, ou du moins se rapprocher de très-près vers les contrées septentrionales; et ce n'est pas le seul indice qui nous démontre l'ancienne réunion des deux continents vers le nord. D'ailleurs, cette continuité des deux continents entre le Kamtschatka et les terres les plus occidentales de l'Amérique, paraît maintenant prouvé par les nouvelles découvertes des navigateurs, qui ont trouvé sous ce même parallèle une grande quantité d'îles voisines les unes des autres; en sorte qu'il ne reste que peu ou point d'espaces de mer entre cette partie orientale de l'Asie et la partie occidentale de l'Amérique sous le cercle polaire.

Sur le double courant des eaux dans quelques endroits de l'Océan.

J'ai dit trop généralement et assuré trop positivement, qu'*il ne se trouvait pas dans la mer des endroits où les eaux eussent un courant inférieur opposé et dans une direction contraire au mouvement du courant supérieur* : j'ai reçu depuis des informations qui semblent prouver que cet effet existe et peut même se démontrer dans de certaines plages de la mer; les plus précises sont celles que M. Deslandes, habile navigateur, a eu la bonté de me communiquer par ses lettres des 6 décembre 1770 et 5 novembre 1773, dont voici l'extrait :

« Dans votre *Théorie de la terre*, art. XI, « *Des mers et des lacs*, vous dites que quelques personnes ont prétendu qu'il y avait, « dans le détroit de Gibraltar, un double courant, supérieur et inférieur, dont l'effet est « contraire; mais que ceux qui ont eu de pareilles opinions auront sans doute pris des « remous qui se forment au rivage par la rapidité de l'eau, pour un courant véritable, et « que c'est une hypothèse mal fondée. C'est « d'après la lecture de ce passage que je me « détermine à vous envoyer mes observations « à ce sujet.

« Deux mois après mon départ de France, je « pris connaissance de terre entre les caps « Gonsalvez et de Sainte-Catherine; la force « des courants dont la direction est au nord-« nord-ouest, suivant exactement le gisement « des terres qui sont ainsi situées, m'obligea « de mouiller. Les vents généraux dans cette « partie sont du sud-sud-est, sud-sud-ouest et « sud-ouest; je fus deux mois et demi dans « l'attente inutile de quelque changement, et « faisant presque tous les jours de vains efforts « pour gagner du côté de Loango, où j'avais « affaire. Pendant ce temps, j'ai observé que la « mer descendait dans la direction ci-dessus « avec sa force, depuis une demie jusqu'à une « lieue à l'heure, et qu'à de certaines profondeurs, les courants remontaient en dessous « avec au moins autant de vitesse qu'ils descendaient en dessus.

« Voici comme je me suis assuré de la hauteur de ces différents courants. Étant mouillé « par huit brasses d'eau, la mer extrêmement « claire, j'ai attaché un plomb de trente livres au bout d'une ligne; à environ deux « brasses de ce plomb, j'ai mis une serviette « liée à la ligne par un de ses coins, laissant « tomber le plomb dans l'eau; aussitôt que la « serviette y entrait, elle prenait la direction du « premier courant : continuant à l'observer, je « la faisais descendre; d'abord que je m'aper-

« cevais que le courant n'agissait plus, j'arrê« tais, pour lors elle flottait indifféremment « autour de la ligne. Il y avait donc dans cet « endroit interruption de cours. Ensuite, bais« sant ma serviette à un pied plus bas, elle pre« nait une direction contraire à celle qu'elle « avait auparavant. Marquant la ligne à la sur« face de l'eau, il y avait trois brasses de dis« tance à la serviette, d'où j'ai conclu, après « différents examens, que sur les huit brasses « d'eau, il y en avait trois qui couraient sur le « nord-nord-ouest, et cinq en sens contraire, « sur le sud-sud-est.

« Réitérant l'expérience le même jour, jus« qu'à cinquante brasses, étant à la distance de « six à sept lieues de terre, j'ai été surpris de « trouver la colonne d'eau courant sur la mer, « plus profonde à raison de la hauteur du fond; « sur cinquante brasses, j'en ai estimé de douze « à quinze dans la première direction : ce phé« nomène n'a pas eu lieu pendant deux mois et « demi que j'ai été sur cette côte, mais bien à « peu près un mois en différents temps. Dans « les interruptions, la marée descendait en to« tal dans le golfe de Guinée.

« Cette division des courants me fit naître « l'idée d'une machine qui, coulée jusqu'au cou« rant inférieur, présentant une grande surface, « aurait entraîné mon navire contre les courants « supérieurs; j'en fis l'épreuve en petit sur un « canot, et je parvins à faire équilibre entre « l'effet de la marée supérieure joint à l'effet du « vent sur le canot, et l'effet de la marée infé« rieure sur la machine. Les moyens me man« quèrent pour faire de plus grandes tentatives. « Voilà, monsieur, un fait évidemment vrai, et « que tous les navigateurs qui ont été dans ces « climats peuvent vous confirmer.

« Je pense que les vents sont pour beaucoup « dans les causes générales de ces effets, ainsi « que les fleuves qui se déchargent dans la mer, « le long de cette côte, charroyant une grande « quantité de terre dans le golfe de Guinée. En« fin, le fond de cette partie qui oblige par sa « pente la marée de rétrograder, lorsque l'eau, « étant parvenue à un certain niveau, se trouve « pressée par la quantité nouvelle qui la charge « sans cesse, pendant que les vents agissent en « sens contraire sur la surface, la contraint en « partie de conserver son cours ordinaire. Cela « me paraît d'autant plus probable, que la mer « entre de tous côtés dans ce golfe, et n'en sort « que par des révolutions qui sont fort rares « La lune n'a aucune part apparente dans ceci, « cela arrivant indifféremment dans tous ses « quartiers.

« J'ai eu occasion de me convaincre de plus « en plus que la seule pression de l'eau parve« nue à son niveau, jointe à l'inclinaison néces« saire du fond, sont les seules et uniques causes « qui produisent ce phénomène. J'ai éprouvé « que ces courants n'ont lieu qu'à raison de la « pente plus ou moins rapide du rivage, et j'ai « tout lieu de croire qu'ils ne se font sentir qu'à « douze ou quinze lieues au large, qui est l'é« loignement le plus grand le long de la côte « d'Angole, où l'on puisse se promettre avoir « fond...... Quoique sans moyens certains de « pouvoir m'assurer que les courants du large « n'éprouvent pas un pareil changement, voici « la raison qui me semble l'assurer. Je prends « pour exemple une de mes expériences faite « par une hauteur de fond moyenne, telle que « trente-cinq brasses d'eau : j'éprouvais jusqu'à « la hauteur de cinq à six brasses, le cours di« rigé dans le nord-nord-ouest; en faisant cou« ler davantage comme de deux à trois bras« ses, ma ligne tendait à l'ouest-nord-ouest ; « ensuite trois ou quatre brasses de profondeur « de plus me l'amenaient à l'ouest-sud-ouest, « puis au sud-ouest et au sud ; enfin, à vingt « cinq ou vingt-six brasses au sud-sud-est, et « jusqu'au fond au sud-est et à l'est-sud-est ; « d'où j'ai tiré les conséquences suivantes, que « je pouvais comparer l'Océan entre l'Afrique « et l'Amérique, à un grand fleuve dont le cours « est presque continuellement dirigé dans le « nord-ouest; que, dans son cours, il transporte « un sable ou limon qu'il dépose sur ses bords, « lesquels se trouvant rehaussés, augmentent le « volume d'eau, ou ce qui est la même chose, « élèvent son niveau, et l'obligent de rétrogra« der selon la pente du rivage. Mais il y a un « premier effort qui le dirigeait d'abord : il ne « retourne donc pas directement; mais, obéis« sant encore au premier mouvement, ou cé« dant avec peine à ce dernier obstacle, il doit « nécessairement décrire une courbe plus ou « moins allongée, jusqu'à ce qu'il rencontre ce « courant du milieu avec lequel il peut se réunir « en partie, ou qui lui sert de point d'appui « pour suivre la direction contraire que lui im« pose le fond : comme il faut considérer la « masse d'eau en mouvement continuel, le fond

« subira toujours les premiers changements, « comme étant plus près de la cause et plus « pressé, et il ira en sens contraire du courant « supérieur ; pendant qu'à des hauteurs diffé- « rentes, il n'y sera pas encore parvenu. Voilà, « monsieur, quelles sont mes idées. Au reste, « j'ai tiré parti plusieurs fois de ces courants « inférieurs ; et moyennant une machine que « j'ai coulée à différentes profondeurs, selon la « hauteur du fond où je me trouvais, j'ai re- « monté contre le courant supérieur. J'ai éprou- « vé que, dans un temps calme, avec une sur- « face trois fois plus grande que la proue noyée « du vaisseau, on peut faire d'un tiers à une « demi-lieue par heure. Je me suis assuré de « cela plusieurs fois, tant par ma hauteur en « latitude que par des bateaux que je mouillais, « dont je me trouvais fort éloigné dans une « heure, et enfin, par la distance des pointes le « long de la terre. »

Ces observations de M. Deslandes me paraissent décisives, et j'y souscris avec plaisir ; je ne puis même assez le remercier de nous avoir démontré que mes idées sur ce sujet n'étaient justes que pour le général, mais que, dans quelques circonstances, elles souffraient des exceptions. Cependant il n'en est pas moins certain que l'Océan s'est ouvert la porte du détroit de Gibraltar, et que, par conséquent, l'on ne peut douter que la mer Méditerranée n'ait en même temps pris une grande augmentation par l'irruption de l'Océan. J'ai appuyé cette opinion, non-seulement sur le courant des eaux de l'Océan dans la Méditerranée, mais encore sur la nature du terrain et la correspondance des mêmes couches de terre des deux côtés du détroit, ce qui a été remarqué par plusieurs navigateurs instruits. « L'irruption qui a formé la Méditer- « ranée est visible et évidente, ainsi que celle de « la mer Noire par le détroit des Dardanelles, « où le courant est toujours très-violent, et les « angles saillants et rentrants des deux bords, « très-marqués, ainsi que la ressemblance des « couches de matières, qui sont les mêmes des « deux côtés. [1] »

Au reste, l'idée de M. Deslande, qui considère la mer entre l'Afrique et l'Amérique comme un grand fleuve dont le cours est dirigé vers le nord-ouest, s'accorde parfaitement avec ce que j'ai établi sur le mouvement des eaux venant du pôle austral en plus grande quantité que du pôle boréal.

[1] Fragment d'une lettre écrite à M. de Buffon, en 1773.

Sur les parties septentrionales de la mer Atlantique.

A la vue des îles et des golfes qui se multiplient ou s'agrandissent autour du Groenland, il est difficile, disent les navigateurs, de ne pas soupçonner que la mer ne refoule, pour ainsi dire, des pôles vers l'équateur : ce qui peut autoriser cette conjecture, c'est que le flux qui monte jusqu'à dix-huit pieds au cap des États, ne s'élève que de huit pieds à la baie de Disko, c'est-à-dire à dix degrés plus haut de latitude nord.

Cette observation des navigateurs, jointe à celle de l'article précédent, semble confirmer encore ce mouvement des mers depuis les régions australes aux septentrionales, où elles sont contraintes, par l'obstacle des terres, de refouler ou refluer vers les plages du midi.

Dans la baie de Hudson, les vaisseaux ont à se préserver des montagnes de glace auxquelles des navigateurs ont donné quinze à dix-huit cents pieds d'épaisseur, et qui, étant formées par un hiver permanent de cinq à six ans dans de petits golfes éternellement remplis de neige, en ont été détachées par les vents de nord-ouest, ou par quelque cause extraordinaire.

Le vent du nord-ouest, qui règne presque continuellement durant l'hiver, et très-souvent en été, excite, dans la baie même, des tempêtes effroyables. Elles sont d'autant plus à craindre que les bas-fonds y sont très-communs. Dans les contrées qui bordent cette baie, le soleil ne se lève, ne se couche jamais sans un grand cône de lumière ; lorsque ce phénomène a disparu, l'aurore boréale en prend la place. Le ciel y est rarement serein ; et, dans le printemps et dans l'automne, l'air est habituellement rempli de brouillards épais, et, durant l'hiver, d'une infinité de petites flèches glaciales sensibles à l'œil. Quoique les chaleurs de l'été soient assez vives durant deux mois ou six semaines, le tonnerre et les éclairs sont rares.

La mer, le long des côtes de Norwége, qui sont bordées par des rochers, a ordinairement depuis cent jusqu'à quatre cents brasses de profondeur, et les eaux sont moins salées que dans les climats plus chauds. La quantité de poissons huileux dont cette mer est remplie la rend grasse, au point d'en être presque inflammable. Le flux n'y est point considérable ; et la plus haute marée n'y est que de huit pieds.

On a fait, dans ces dernières années, quelques observations sur la température des terres et des eaux dans les climats les plus voisins du pôle boréal.

« Le froid commence dans le Groënland à la « nouvelle année, et devient si perçant aux « mois de février et de mars, que les pierres se « fendent en deux, et que la mer fume comme « un four, surtout dans les baies. Cependant, « le froid n'est pas aussi sensible au milieu de ce « brouillard épais que sous un ciel sans nuages : « car, dès qu'on passe des terres à cette atmo- « sphère de fumée qui couvre la surface et le « bord des eaux, on sent un air plus doux et « le froid moins vif, quoique les habits et les « cheveux y soient bientôt hérissés de bruine « et de glaçons. Mais aussi cette fumée cause « plutôt des engelures qu'un froid sec; et, dès « qu'elle passe de la mer dans une atmosphère « plus froide, elle se change en une espèce de « verglas, que le vent disperse dans l'horizon, « et qui cause un froid si piquant, qu'on ne peut « sortir au grand air sans risquer d'avoir les « pieds et les mains entièrement gelés. C'est dans « cette saison que l'on voit glacer l'eau sur le « feu avant de bouillir : c'est alors que l'hiver « pave un chemin de glace sur la mer, entre les « îles voisines, et dans les baies et les détroits...

« La plus belle saison du Groënland est l'au- « tomne; mais sa durée est courte, et souvent « interrompue par des nuits de gelée très-froi- « des. C'est à peu près dans ces temps-là que, « sous une atmosphère noircie de vapeurs, on « voit les brouillards qui se gèlent quelquefois « jusqu'au verglas, former sur la mer comme « un tissu glacé de toile d'araignées, et dans les « campagnes charger l'air d'atomes luisants, ou « le hérisser de glaçons pointus semblables à de « fines aiguilles.

« On a remarqué plus d'une fois que le temps « et la saison prennent dans le Groënland une « température opposée à celle qui règne dans « toute l'Europe; en sorte que, si l'hiver est très- « rigoureux dans les climats tempérés, il est doux « au Groënland; et très-vif en cette partie du « nord, quand il est le plus modéré dans nos « contrées. A la fin de 1739, l'hiver fut si doux « à la baie de Disko, que les oies passèrent, au « mois de janvier suivant, de la zone tempérée « dans la glaciale, pour y chercher un air plus « chaud, et qu'en 1740 on ne vit point de glace « à Disko jusqu'au mois de mars, tandis qu'en « Europe, elle régna constamment depuis octo- « bre jusqu'au mois de mai.....

« De même l'hiver de 1763, qui fut extrême- « ment froid dans toute l'Europe, se fit si peu « sentir au Groënland, qu'on y a vu quelquefois « des étés moins doux. »

Les voyageurs nous assurent que dans ces mers voisines du Groënland, il y a des montagnes de glaces flottantes très-hautes, et d'autres glaces flottantes comme des radeaux, qui ont plus de deux cents toises de longueur sur soixante ou quatre-vingts de largeur; mais ces glaces qui forment des plaines immenses sur la mer, n'ont communément que neuf à douze pieds d'épaisseur : il paraît qu'elles se forment immédiatement sur la surface de la mer dans la saison la plus froide, au lieu que les autres glaces flottantes et très-élevées viennent de la terre, c'est-à-dire des environs des montagnes et des côtes, d'où elles ont été détachées et roulées dans la mer par les fleuves. Ces dernières glaces entraînent beaucoup de bois, qui sont ensuite jetés par la mer sur les côtes orientales du Groenland : il paraît que ces bois ne peuvent venir que de la terre de Labrador, et non pas de la Norwége, parce que les vents du nord-est, qui sont très-violents dans ces contrées, repousseraient ces bois, comme les courants qui portent du sud au détroit de Davis et à la baie de Hudson, arrêteraient tout ce qui peut venir de l'Amérique aux côtes du Groënland.

La mer commence à charrier des glaces au Spitzberg dans les mois d'avril et de mai; elles viennent au détroit de Davis en très-grande quantité, parties de la Nouvelle-Zemble, et la plupart le long de la côte orientale du Groënland, portées de l'est à l'ouest, suivant le mouvement général de la mer [1].

L'on trouve, dans le Voyage du capitaine Phipps, les indices et les faits suivants :

« Dès 1527, Robert Thorne, marchand de « Bristol, fit naître l'idée d'aller aux Indes « orientales par le pôle boréal... Cependant on « ne voit pas qu'on ait formé aucune expédition « pour les mers du cercle polaire avant 1607, « lorsque Henri Hudson fut envoyé par plusieurs « marchands de Londres, à la découverte du « passage à la Chine et au Japon par le pôle bo- « réal..... Il pénétra jusqu'au quatre-vingtième « degré vingt-trois minutes, et il ne put aller « plus loin.....

[1] Histoire générale des Voyages, tome XIX, pag. 15 et suiv.

« En 1609, sir Thomas Smith fut sur la côte « méridionale du Spitzberg, et il apprit, par des « gens qu'il avait envoyés à terre, que les lacs et « les mares d'eau n'étaient pas tous gelés (c'était « le 26 mai), et que l'eau en était douce. Il dit « aussi qu'on arriverait aussitôt au pôle de ce « côté que par tout autre chemin qu'on pourrait « trouver, parce que le soleil produit une grande « chaleur dans ce climat, et parce que les gla- « ces ne sont pas d'une grosseur aussi énorme « que celles qu'il avait vues vers le soixante- « treizième degré. Plusieurs autres voyageurs « ont tenté des voyages au pôle pour y décou- « vrir ce passage, mais aucun n'a réussi.... »

Le 5 juillet, M. Phipps vit des glaces en quantité vers soixante-dix-neuf degrés trente-quatre minutes de latitude; le temps était brumeux; et, le 6 juillet, il continua sa route jusqu'à soixante-dix-neuf degrés cinquante-neuf minutes trente-neuf secondes, entre la terre du Spitzberg et les glaces : le 7, il continua de naviguer entre des glaces flottantes, en cherchant une ouverture au nord par où il aurait pu entrer dans une mer libre : mais la glace ne formait qu'une seule masse au nord-nord-ouest, et à quatre-vingts degrés trente-six minutes la mer était entièrement glacée; en sorte que toutes les tentatives de M. Phipps pour trouver un passage ont été infructueuses.

« Pendant que nous essuyions, dit ce navi- « gateur, une violente rafale, le 12 septembre, « le docteur Irving mesura la température de la « mer dans cet état d'agitation; et il trouva « qu'elle était beaucoup plus chaude que celle « de l'atmosphère. Cette observation est d'au- « tant plus intéressante, qu'elle est conforme « à un passage des questions naturelles de « Plutarque, où il dit que la mer devient « chaude lorsqu'elle est agitée par les flots....

« Ces rafales sont aussi ordinaires au prin- « temps qu'en automne; il est donc probable « que si nous avions mis à la voile plus tôt, « nous aurions eu en allant le temps aussi « mauvais qu'il a été à notre retour. » Et comme M. Phipps est parti d'Angleterre à la fin de mai, il croit qu'il a profité de la saison la plus favorable pour son expédition.

« Enfin, continue-t-il, si la navigation au pôle « était praticable, il y avait la plus grande pro- « babilité de trouver, après le solstice, la mer « ouverte au nord, parce qu'alors la chaleur des « rayons du soleil a produit tout son effet, et « qu'il reste d'ailleurs une assez grande portion « d'été pour visiter les mers qui sont au nord « et à l'ouest de Spitzberg. »

Je suis entièrement du même avis que cet habile navigateur, et je ne crois pas que l'expédition au pôle puisse se renouveler avec succès, ni qu'on arrive jamais au delà du quatre-vingt-deux ou quatre-vingt-troisième degré. On assure qu'un vaisseau du port de Whilby, vers la fin du mois d'avril 1774, a pénétré jusqu'au quatre-vingtième degré sans trouver de glaces assez fortes pour gêner la navigation. On cite aussi un capitaine *Robinson*, dont le journal fait foi qu'en 1773 il a atteint le quatre-vingt-unième trente minutes. Et enfin on cite un vaisseau de guerre hollandais, qui protégeait les pêcheurs de cette nation, et qui s'est avancé, dit-on, il y a cinquante ans, jusqu'au quatre-vingt-huitième degré. Le docteur Campbell, ajoute-t-on, tenait ce fait d'un certain docteur *Daillie*, qui était à bord du vaisseau et qui professait la médecine à Londres en 1745[1]. C'est probablement le même navigateur que j'ai cité moi-même sous le nom du capitaine Mouton; mais je doute beaucoup de la réalité de ce fait, et je suis maintenant très-persuadé qu'on tenterait vainement d'aller au delà du quatre-vingt-deux ou quatre-vingt-troisième degré, et que si le passage par le nord est possible, ce ne peut être qu'en prenant la route de la baie de Hudson.

Voici ce que dit à ce sujet le savant et ingénieux auteur de l'Histoire des deux Indes : « La « baie de Hudson a été long-temps regardée, et « on la regarde encore comme la route la plus « courte de l'Europe aux Indes orientales et aux « contrées les plus riches de l'Asie.

« Ce fut Cabot qui le premier eut l'idée d'un « passage par le nord-ouest à la mer du Sud. « Ses succès se terminèrent à la découverte de « l'île de Terre-Neuve. On vit entrer dans la « carrière après lui un grand nombre de navi- « gateurs anglais... Ces mémorables et hardies « expéditions eurent plus d'éclat que d'utilité. « La plus heureuse ne donna pas la moindre « conjecture sur le but qu'on se proposait.... On « croyait enfin que c'était courir après des chi- « mères, lorsque la découverte de la baie de Hud- « son ranima les espérances prêtes à s'éteindre.

« A cette époque une ardeur nouvelle fait re- « commencer les travaux, et enfin arrive la fa-

[1] Gazette de Littérature, etc., du 9 août 1774, n. 61.

« meuse expédition de 1746, d'où l'on voit sortir quelques clartés après des ténèbres profondes qui duraient depuis deux siècles. Sur quoi les derniers navigateurs fondent-ils de meilleures espérances? D'après quelles expériences osent-ils former leurs conjectures? C'est ce qui mérite une discussion.

« Trois vérités dans l'histoire de la nature doivent passer désormais pour démontrées. La première est que les marées viennent de l'Océan, et qu'elles entrent plus ou moins avant dans les autres mers, à proportion que ces divers canaux communiquent avec le grand réservoir par des ouvertures plus ou moins considérables : d'où il s'ensuit que ce mouvement périodique n'existe point ou ne se fait presque pas sentir dans la Méditerranée, dans la Baltique, et dans les autres golfes qui leur ressemblent. La seconde vérité de fait, est que les marées arrivent plus tard et plus faibles dans les lieux éloignés de l'Océan, que dans les endroits qui le sont moins. La troisième est que les vents violents qui soufflent avec la marée, la font remonter au delà de ses bornes ordinaires, et qu'ils la retardent en la diminuant, lorsqu'ils soufflent dans un sens contraire.

« D'après ces principes, il est constant que si la baie de Hudson était un golfe enclavé dans des terres, et qu'il ne fût ouvert qu'à la mer Atlantique, la marée y devrait être peu marquée, qu'elle devrait s'affaiblir en s'éloignant de sa source, et qu'elle devrait perdre de sa force lorsqu'elle aurait à lutter contre les vents. Or, il est prouvé, par des observations faites avec la plus grande intelligence, avec la plus grande précision, que la marée s'élève à une grande hauteur dans toute l'étendue de la baie. Il est prouvé qu'elle s'élève à une plus grande hauteur au fond de la baie que dans le détroit même ou au voisinage. Il est prouvé que cette hauteur augmente encore, lorsque les vents opposés au détroit se font sentir. Il doit donc être prouvé que la baie de Hudson a d'autres communications avec l'Océan que celle qu'on a déjà trouvée.

« Ceux qui ont cherché à expliquer des faits si frappants en supposant une communication de la baie de Hudson avec celle de Baffin, avec le détroit de Davis, se sont manifestement égarés. Ils ne balanceraient pas à abandonner leur conjecture, qui n'a d'ailleurs aucun fondement, s'ils voulaient faire attention que la marée est beaucoup plus basse dans le détroit de Davis, dans la baie de Baffin, que dans celle de Hudson.

« Si les marées, qui se font sentir dans le golfe dont il s'agit, ne peuvent venir ni de l'océan Atlantique, ni d'aucune autre mer septentrionale, où elles sont toujours beaucoup plus faibles, on ne pourra s'empêcher de penser qu'elles doivent avoir leur source dans la mer du Sud. Ce système doit tirer un grand appui d'une vérité incontestable, c'est que les plus hautes marées qui se fassent remarquer sur ces côtes, sont toujours causées par les vents du nord-ouest qui soufflent directement contre ce détroit.

« Après avoir constaté, autant que la nature le permet, l'existence d'un passage si longtemps et si inutilement désiré, il reste à déterminer dans quelle partie de la baie il doit se trouver. Tout invite à croire que le welcome à la côte occidentale doit fixer les efforts dirigés jusqu'ici de toutes parts sans choix et sans méthode. On y voit le fond de la mer à la profondeur de onze brasses : c'est un indice que l'eau y vient de quelque océan, parce qu'une semblable transparence est incompatible avec des décharges de rivières, de neiges fondues et de pluies. Des courants dont on ne saurait expliquer la violence qu'en les faisant partir de quelque mer occidentale, tiennent ce lieu débarrassé de glaces, tandis que le reste du golfe en est entièrement couvert. Enfin les baleines qui cherchent constamment dans l'arrière-saison à se retirer dans des climats plus chauds, s'y trouvent en fort grand nombre à la fin de l'été; ce qui paraît indiquer un chemin pour se rendre, non à l'ouest septentrional, mais à la mer du Sud.

« Il est raisonnable de conjecturer que le passage est court. Toutes les rivières qui se perdent dans la côte occidentale de la baie de Hudson sont faibles et petites; ce qui paraît prouver qu'elles ne viennent pas de loin, et que, par conséquent, les terres qui séparent les deux mers ont peu d'étendue : cet argument est fortifié par la force et la régularité des marées. Partout où le flux et le reflux observent des temps à peu près égaux, avec la seule différence qui est occasionnée par le retardement de la lune dans son retour au méridien, on est assuré de la proximité de l'Océan, d'où viennent ces marées. Si le passage

« est court, et qu'il ne soit pas avancé dans le « nord, comme tout l'indique, on doit présumer « qu'il n'est pas difficile; la rapidité des cou- « rants qu'on observe dans ces parages, et qui « ne permettent pas aux glaces de s'y arrêter, « ne peut que donner du poids à cette conjec- « ture. »

Je crois, avec cet excellent écrivain, que, s'il existe en effet un passage praticable, ce ne peut être que dans le fond de la baie de Hudson, et qu'on le tenterait vainement par la baie de Baffin, dont le climat est trop froid, et dont les côtes sont glacées, surtout vers le nord : mais, ce qui doit faire douter encore beaucoup de l'existence de ce passage par le fond de la baie de Hudson, ce sont les terres que Béring et Tschirikow ont découvertes, en 1741, sous la même latitude que la baie de Hudson; car ces terres semblent faire partie du grand continent de l'Amérique, qui paraît contenu sous cette même latitude jusqu'au cercle polaire : ainsi ce ne serait qu'au-dessous du cinquante-cinquième degré que ce passage pourrait aboutir à la mer du Sud.

Sur la mer Caspienne.

A tout ce que j'ai dit pour prouver que la mer Caspienne n'est qu'un lac qui n'a point de communication avec l'Océan, et qui n'en a jamais fait partie, je puis ajouter une réponse que j'ai reçue de l'Académie de Pétersbourg, à quelques questions que j'avais faites au sujet de cette mer.

Augusto 1748, *octobr.* 5, *etc. Cancellaria Academiæ Scientiarum mandavit, ut Astrachanensis Gubernii Cancellaria responderet ad sequentia.* 1. *Sunt ne vortices in mari Caspico, necne?* 2. *Quæ genera piscium illud inhabitant? Quomodo appellantur? Et an marini tantùm aut et fluviatiles ibidem reperiantur?* 3. *Qualia genera concharum? Quæ species ostrearum et cancrorum occurrunt?* 4. *Quæ genera marinarum avium in ipso mari aut circa illud versantur? ad quæ Astrachanensis Cancellaria d.* 13 *mart.* 1749, *sequentibus respondit :*

Ad 1, *in mari Caspico vortices occurrunt nusquam : hinc est, quod nec in mappis marinis exstant, nec ab ullo officialium rei navalis visi esse perhibentur.*

Ad 2, *pisces Caspium mare inhabitant; Acipenseres, Sturioli Gmelin, Siruli, Cyprini clavati, Bramæ, Percæ, Cyprini ventre acuto, ignoti alibi pisces, lineæ, salmones, qui, ut è mari fluvios intrare, ita et in mare è fluviis remeare solent.*

Ad 3, *conchæ in littoribus maris obviæ quidem sunt, sed parvæ, candidæ, aut ex unâ parte rubræ. Cancri ad littora observantur magnitudine fluviatilibus similes; ostreæ autem et capita Medusæ visa sunt nusquam.*

Ad 4, *aves marinæ quæ circa mare Caspium versantur sunt anseres vulgares et rubri, pelicani, cygni, anates rubræ et nigricantes aquilæ, corvi aquatici, grues, plateæ, ardeæ albæ, cinereæ et nigricantes, ciconiæ albæ gruibus similes, Karawaiki (ignotum avis nomen), larorum variæ species, sturni nigri et lateribus albis instar picarum, phasiani, anseres parvi nigricantes, Tudaki (ignotum avis nomen) albo colore præditi.*

Ces faits, qui sont précis et authentiques, confirment pleinement ce que j'ai avancé, savoir : que la mer Caspienne n'a aucune communication souterraine avec l'Océan, et ils prouvent de plus qu'elle n'en a jamais fait partie, puisqu'on n'y trouve point d'huîtres ni d'autres coquillages de mer, mais seulement les espèces de ceux qui sont dans les rivières. On ne doit donc regarder cette mer que comme un grand lac formé dans le milieu des terres par les eaux des fleuves, puisqu'on n'y trouve que les mêmes poissons et les mêmes coquillages qui habitent les fleuves, et point du tout ceux qui peuplent l'Océan ou la Méditerranée.

Sur les lacs salés de l'Asie.

Dans la contrée des Tartares Ufiens, ainsi appelés, parce qu'ils habitent les bords de la rivière Uf, il se trouve, dit M. Pallas, des lacs dont l'eau est aujourd'hui salée, et ne l'était pas autrefois. Il dit la même chose d'un lac près de Miacs, dont l'eau était ci-devant douce, et est actuellement salée.

L'un des lacs les plus fameux par la quantité de sels qu'on en tire, est celui qui se trouve vers les bords de la rivière Isel, et que l'on nomme *Soratschya*. Le sel en est en général amer : la médecine l'emploie comme un bon purgatif; deux onces de ce sel forment une dose très-forte. Vers Kurtenegsch, les bas-fonds se couvrent d'un sel amer qui s'élève comme un tapis de neige à deux pouces de hauteur; le lac salé de Korjackof fournit annuellement trois cent mille

pieds cubiques de sel [1]. Le lac de Jennu en donne aussi en abondance.

Dans les Voyages de MM. de l'Académie de Pétersbourg, il est fait mention du lac salé de Jamuscha en Sibérie; ce lac, qui est à peu près rond, n'a qu'environ neuf lieues de circonférence. Ses bords sont couverts de sel, et le fond est revêtu de cristaux de sel. L'eau est salée au suprême degré; et, quand le soleil y donne, le lac paraît rouge comme une belle aurore. Le sel est blanc comme neige, et se forme en cristaux cubiques. Il y en a une quantité si prodigieuse qu'en peu de temps on pourrait en charger un grand nombre de vaisseaux; et dans les endroits où l'on en prend, on en retrouve d'autre cinq à six jours après. Il suffit de dire que les provinces de Tobolsk et Jéniseik en sont approvisionnées, et que ce lac suffirait pour fournir cinquante provinces semblables. La couronne s'en est réservé le commerce de même que celui des autres salines. Ce sel est d'une bonté parfaite; il surpasse tous les autres en blancheur, et on n'en trouve nulle part d'aussi propre pour saler la viande. Dans le midi de l'Asie, on trouve aussi des lacs salés : un près de l'Euphrate, un autre près de Barra. Il y en a encore, à ce qu'on dit, près d'Haleb et dans l'île de Chypre à Larnaca; ce dernier est voisin de la mer. La vallée de sel de Barra n'étant pas loin de l'Euphrate, pourrait être labourée, si l'on en faisait couler les eaux dans ce fleuve, et que le terrain fût bon; mais à présent cette terre rend un bon sel pour la cuisine, et même en si grande quantité, que les vaisseaux de Bengale le chargent en retour pour lest [2].

[1] Le pied cubique pèse trente-cinq livres, de seize onces chacune.

[2] Description de l'Arabie, par M. Niebuhr, page 2.

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE XII.

DU FLUX ET DU REFLUX.

L'eau n'a qu'un mouvement naturel qui lui vient de sa fluidité; elle descend toujours des lieux les plus élevés dans les lieux les plus bas, lorsqu'il n'y a point de digues ou d'obstacles qui la retiennent ou qui s'opposent à son mouvement; et lorsqu'elle est arrivée au lieu le plus bas, elle y reste tranquille et sans mouvement, à moins que quelque cause étrangère et violente ne l'agite et ne l'en fasse sortir. Toutes les eaux de l'Océan sont rassemblées dans les lieux les plus bas de la superficie de la terre; ainsi les mouvements de la mer viennent de causes extérieures. Le principal mouvement est celui du flux et du reflux, qui se fait alternativement en sens contraire, et duquel il résulte un mouvement continuel et général de toutes les mers d'orient et d'occident; ces deux mouvements ont un rapport constant et régulier avec les mouvements de la lune. Dans les pleines et dans les nouvelles lunes ce mouvement des eaux d'orient en occident est plus sensible, aussi bien que celui du flux et du reflux; celui-ci se fait sentir dans l'intervalle de six heures et demie sur la plupart des rivages, en sorte que le flux arrive toutes les fois que la lune est au-dessus ou au-dessous du méridien, et le reflux succède toutes les fois que la lune est dans son plus grand éloignement du méridien, c'est-à-dire toutes les fois qu'elle est à l'horizon, soit à son coucher, soit à son lever. Le mouvement de la mer d'orient en occident est continuel et constant, parce que tout l'océan dans le flux se meut d'orient en occident, et pousse vers l'occident une très-grande quantité d'eau, et que le reflux ne paraît se faire en sens contraire qu'à cause de la moindre quantité d'eau qui est alors poussée vers l'occident; car le flux doit plutôt être regardé comme une intumescence, et le reflux comme une détumescence des eaux, laquelle, au lieu de troubler le mouvement d'orient en occident, le produit et le rend continuel, quoiqu'à la vérité il soit plus fort pendant l'intumescence, et plus faible pendant la détumescence, par la raison que nous venons d'exposer.

Les principales circonstances de ce mouvement sont, 1° qu'il est plus sensible dans les nouvelles et pleines lunes que dans les quadratures : dans le printemps et l'automne il est aussi plus violent que dans les autres temps de l'année, et il est le plus faible dans le temps des solstices, ce qui s'explique fort naturellement par la combinaison des forces de l'attraction de la lune et du soleil. *Voyez sur cela les démonstrations de Newton.* 2° Les vents changent souvent la direction et la quantité de ce mou-

vement, surtout les vents qui soufflent constamment du même côté; il en est de même des grands fleuves qui portent leurs eaux dans la mer, et qui y produisent un mouvement de courant qui s'étend souvent à plusieurs lieues; et lorsque la direction du vent s'accorde avec le mouvement général, comme est celui d'orient en occident, il en devient plus sensible : on en a un exemple dans la mer Pacifique, où le mouvement d'orient en occident est constant et très-sensible. 3° On doit remarquer que lorsqu'une partie d'un fluide se meut, toute la masse du fluide se meut aussi : or, dans le mouvement des marées, il y a une très-grande partie de l'Océan qui se meut sensiblement; toute la masse des mers se meut donc en même temps, et les mers sont agitées par ce mouvement dans toute leur étendue et dans toute leur profondeur.

Pour bien entendre ceci il faut faire attention à la nature de la force qui produit le flux et le reflux, et réfléchir sur son action et sur ses effets. Nous avons dit que la lune agit sur la terre par une force que les uns appellent attraction, et les autres pesanteur : cette force d'attraction ou de pesanteur pénètre le globe de la terre dans toutes les parties de sa masse; elle est exactement proportionnelle à la quantité de matière, et en même temps elle décroît comme le carré de la distance augmente. Cela posé, examinons ce qui doit arriver en supposant la lune au méridien d'une plage de la mer. La surface des eaux étant immédiatement sous la lune, est alors plus près de cet astre que toutes les autres parties du globe, soit de la terre, soit de la mer; dès lors cette partie de la mer doit s'élever vers la lune, en formant une éminence dont le sommet correspond au centre de cet astre : pour que cette éminence puisse se former, il est nécessaire que les eaux, tant de la surface environnante que du fond de cette partie de la mer, y contribuent, ce qu'elles font en effet à proportion de la proximité où elles sont de l'astre qui exerce cette action dans la raison inverse du carré de la distance. Ainsi la surface de cette partie de la mer s'élevant la première, les eaux de la surface des parties voisines s'élèveront aussi, mais à une moindre hauteur, et les eaux du fond de toutes ces parties éprouveront le même effet et s'élèveront par la même cause; en sorte que toute cette partie de la mer devenant plus haute, et formant une éminence, il est nécessaire que les eaux de la surface et du fond des parties éloignées, et sur lesquelles cette force d'attraction n'agit pas, viennent avec précipitation pour remplacer les eaux qui se sont élevées : c'est là ce qui produit le flux, qui est plus ou moins sensible sur les différentes côtes, et qui, comme l'on voit, agite la mer non-seulement à sa surface, mais jusqu'aux plus grandes profondeurs. Le reflux arrive ensuite par la pente naturelle des eaux; lorsque l'astre a passé et qu'il n'exerce plus sa force, l'eau qui s'était élevée par l'action de cette puissance étrangère reprend son niveau et regagne les rivages et les lieux qu'elle avait été forcée d'abandonner : ensuite lorsque la lune passe au méridien de l'antipode du lieu où nous avons supposé qu'elle a d'abord élevé les eaux, le même effet arrive; les eaux, dans cet instant où la lune est absente et le plus éloignée, s'élèvent sensiblement autant que dans le temps où elle est présente et le plus voisine de cette partie de la mer. Dans le premier cas les eaux s'élèvent, parce qu'elles sont plus près de l'astre que toutes les autres parties du globe; et dans le second cas, c'est par la raison contraire; elles ne s'élèvent que parce qu'elles en sont plus éloignées que toutes les autres parties du globe : et l'on voit bien que cela doit produire le même effet; car alors les eaux de cette partie étant moins attirées que tout le reste du globe, elles s'éloigneront nécessairement du reste du globe et formeront une éminence dont le sommet répondra au point de la moindre action, c'est-à-dire au point du ciel directement opposé à celui où se trouve la lune, ou, ce qui revient au même, au point où elle était treize heures auparavant, lorsqu'elle avait élevé les eaux la première fois : car lorsqu'elle est parvenue à l'horizon, le reflux étant arrivé, la mer est alors dans son état naturel, et les eaux sont en équilibre et de niveau; mais quand la lune est au méridien opposé, cet équilibre ne peut plus subsister, puisque les eaux de la partie opposée à la lune étant à la plus grande distance où elles puissent être de cet astre, elles sont moins attirées que le reste du globe, qui, étant intermédiaire, se trouve être plus voisin de la lune, et dès lors leur pesanteur relative, qui les tient toujours en équilibre et de niveau, les pousse vers le point opposé à la lune, pour que cet équilibre se conserve. Ainsi, dans les deux cas, lorsque la lune est au méridien d'un lieu ou au méridien opposé, les eaux doivent s'élever à très-peu près de la même quantité, et, par conséquent, s'abaisser

et refluer aussi de la même quantité lorsque la lune est à l'horizon, à son coucher ou à son lever. On voit bien qu'un mouvement dont la cause et l'effet sont tels que nous venons de l'expliquer ébranle nécessairement la masse entière des mers, et la remue dans toute son étendue et dans toute sa profondeur; et si ce mouvement paraît insensible dans les hautes mers, et lorsqu'on est éloigné des terres, il n'en est cependant pas moins réel : le fond et la surface sont remués à peu près également; et même les eaux du fond, que les vents ne peuvent agiter comme celles de la surface, éprouvent bien plus régulierement que celles de la surface cette action, et elles out un mouvement plus réglé et qui est toujours alternativement dirigé de la même façon.

De ce mouvement alternatif de flux et de reflux il résulte, comme nous l'avons dit, un mouvement continuel de la mer de l'orient vers l'occident, parce que l'astre qui produit l'intumescence des eaux va lui-même d'orient en occident, et qu'agissant successivement dans cette direction, les eaux suivent le mouvement de l'astre dans la même direction. Ce mouvement de la mer d'orient en occident est très-sensible dans tous les détroits : par exemple, au détroit de Magellan le flux élève les eaux à près de vingt pieds de hauteur, et cette intumescence dure six heures, au lieu que le reflux ou la détumescence ne dure que deux heures (Voy. *le Voyage de Narbrough*), et l'eau coule vers l'occident; ce qui prouve évidemment que le reflux n'est pas egal au flux, et que de tous deux il résulte un mouvement vers l'occident, mais beaucoup plus fort dans le temps du flux que dans celui du reflux; et c'est pour cette raison que, dans les hautes mers éloignées de toute terre, les marées ne sont sensibles que par le mouvement général qui en résulte, c'est-à-dire par ce mouvement d'orient en occident.

Les marées sont plus fortes, et elles font hausser et baisser les eaux bien plus considérablement dans la zone torride entre les tropiques, que dans le reste de l'Océan; elles sont aussi beaucoup plus sensibles dans les lieux qui s'étendent d'orient en occident, dans les golfes qui sont longs et étroits, et sur les côtes où il y a des îles et des promontoires : le plus grand flux qu'on connaisse est, comme nous l'avons dit dans l'article précédent, à l'une des embouchures du fleuve Indus, où les eaux s'élèvent de trente pieds; il est aussi fort remarquable auprès de Malaye, dans le détroit de la Sonde, dans la mer Rouge, dans la baie de Nelson, à cinquante-cinq degrés de latitude septentrionale, où il s'élève à quinze pieds, à l'embouchure du fleuve Saint-Laurent, sur les côtes de la Chine, sur celles du Japon, à Panama, dans le golfe de Bengale, etc.

Le mouvement de la mer d'orient en occident est très-sensible dans de certains endroits; les navigateurs l'ont souvent observé en allant de l'Inde à Madagascar et en Afrique; il se fait sentir aussi avec beaucoup de force dans la mer Pacifique, et entre les Moluques et le Brésil : mais les endroits où ce mouvement est le plus violent sont les détroits qui joignent l'Océan à l'Océan; par exemple, les eaux de la mer sont portées avec une si grande force d'orient en occident par le détroit de Magellan, que ce mouvement est sensible, même à une grande distance, dans l'océan Atlantique, et on prétend que c'est ce qui a fait conjecturer à Magellan qu'il y avait un détroit par lequel les deux mers avaient une communication. Dans le détroit des Manilles et dans tous les canaux qui séparent les îles Maldives, la mer coule d'orient en occident, comme aussi dans le golfe du Mexique entre Cuba et Jucatan; dans le golfe de Paria, ce mouvement est si violent, qu'on appelle le détroit la gueule du Dragon; dans la mer de Canada, ce mouvement est aussi très-violent, aussi bien que dans la mer de Tartarie et dans le détroit de Waigats, par lequel l'Océan, en coulant avec rapidité d'orient en occident, charrie des masses énormes de glaces de la mer de Tartarie dans la mer du nord de l'Europe. La mer Pacifique coule de même d'orient en occident par les détroits du Japon; la mer du Japon coule vers la Chine; l'océan Indien coule vers l'occident dans le détroit de Java et par les détroits des autres îles de l'Inde. On ne peut donc pas douter que la mer n'ait un mouvement constant et général d'orient en occident, et l'on est assuré que l'océan Atlantique coule vers l'Amérique, et que la mer Pacifique s'en éloigne, comme on le voit évidemment au cap des Courants entre Lima et Panama. (Voy. *Varenii Geogr. general.*, pag. 119.)

Au reste, les alternatives du flux et du reflux sont régulières et se font de six heures et demie en six heures et demie sur la plupart des côtes de la mer, quoiqu'à différentes heures, suivant

le climat et la position des côtes : ainsi les côtes de la mer sont battues continuellement des vagues, qui enlèvent à chaque fois de petites parties de matières qu'elles transportent au loin, et qui se déposent au fond ; et de même les vagues portent sur les plages basses des coquilles, des sables qui restent sur les bords, et qui, s'accumulant peu à peu par couches horizontales, forment à la fin des dunes et des hauteurs aussi élevées que des collines, et qui sont en effet des collines tout à fait semblables aux autres collines, tant par leur forme que par leur composition intérieure ; ainsi la mer apporte beaucoup de productions marines sur les plages basses, et elle emporte au loin toutes les matières qu'elle peut enlever des côtes élevées contre lesquelles elle agit, soit dans le temps du flux, soit dans le temps des orages et des grands vents.

Pour donner une idée de l'effort que fait la mer agitée contre les hautes côtes, je crois devoir rapporter un fait qui m'a été assuré par une personne très-digne de foi, et que j'ai cru d'autant plus facilement, que j'ai vu moi-même quelque chose d'approchant. Dans la principale des îles Orcades, il y a des côtes composées de rochers coupés à plomb et perpendiculaires à la surface de la mer, en sorte qu'en se plaçant au-dessus de ces rochers, on peut laisser tomber un plomb jusqu'à la surface de l'eau, en mettant la corde au bout d'une perche de neuf pieds. Cette opération, que l'on peut faire dans le temps que la mer est tranquille, a donné la mesure de la hauteur de la côte, qui est de deux cents pieds. La marée dans cet endroit est fort considérable, comme elle l'est ordinairement dans tous les endroits où il y a des terres avancées et des îles : mais, lorsque le vent est fort, ce qui est très-ordinaire en Écosse, et qu'en même temps la marée monte, le mouvement est si grand et l'agitation si violente, que l'eau s'élève jusqu'au sommet des rochers qui bordent la côte, c'est-à-dire à deux cents pieds de hauteur, et qu'elle y tombe en forme de pluie ; elle jette même à cette hauteur des graviers et des pierres qu'elle détache du pied des rochers, et quelques-unes de ces pierres, au rapport du témoin oculaire que je cite ici, sont plus larges que la main.

J'ai vu moi-même dans le port de Livourne, où la mer est beaucoup plus tranquille, et où il n'y a point de marée, une tempête au mois de décembre 1731, où l'on fut obligé de couper les mâts de quelques vaisseaux qui étaient à la rade, dont les ancres avaient quitté ; j'ai vu, dis-je, l'eau de la mer s'élever au-dessus des fortifications, qui me parurent avoir une élévation très-considérable au-dessus des eaux ; et comme j'étais sur celles qui sont les plus avancées, je ne pus regagner la ville sans être mouillé de l'eau de la mer beaucoup plus qu'on ne peut l'être par la pluie la plus abondante.

Ces exemples suffisent pour faire entendre avec quelle violence la mer agit contre les côtes ; cette violente agitation détruit, use [1], ronge et diminue peu à peu le terrain des côtes ; la mer emporte toutes ces matières et les laisse tomber dès que le calme a succédé à l'agitation. Dans ces temps d'orage, l'eau de la mer, qui est ordinairement la plus claire de toutes les eaux, est trouble et mêlée des différentes matières que le mouvement des eaux détache des côtes et du fond ; et la mer rejette alors sur les rivages une infinité de choses qu'elle apporte de loin, et qu'on ne trouve jamais qu'après les grandes tempêtes, comme de l'ambre gris sur les côtes occidentales de l'Irlande, de l'ambre jaune sur celles de Poméranie, des cocos sur les côtes des Indes, etc., et quelquefois des pierres ponces et d'autres pierres singulières. Nous pouvons citer à cette occasion un fait rapporté dans les Nouveaux Voyages aux îles de l'Amérique : « Étant à Saint-Domingue, dit l'auteur, « on me donna entre autres choses quelques « pierres légères que la mer amène à la côte « quand il a fait de grands vents du sud : il y « en avait une de deux pieds et demi de long « sur dix-huit pouces de large et environ un « pied d'épaisseur, qui ne pesait pas tout à fait « cinq livres ; elle était blanche comme la neige, « bien plus dure que les pierres ponces, d'un « grain fin, ne paraissant point du tout po- « reuse ; et cependant, quand on la jetait dans « l'eau, elle bondissait comme un ballon qu'on « jette contre terre ; à peine enfonçait-elle un « demi-travers de doigt. J'y fis faire quatre « trous de tarière pour y planter quatre bâtons,

[1] Une chose assez remarquable sur les côtes de Syrie et de Phénicie, c'est qu'il paraît que les rochers qui sont le long de cette côte ont été anciennement taillés en beaucoup d'endroits en forme d'auges de deux ou trois aunes de longueur, et larges à proportion, pour y recevoir l'eau de la mer et en faire du sel par l'évaporation ; mais nonobstant la dureté de la pierre, ces auges sont, à l'heure qu'il est, presque entièrement usées et aplanies par le battement continuel des vagues. Voyez les *Voyages de Shaw*, vol. II, page 69.

« et soutenir deux petites planches légères qui « renfermaient les pierres dont je la chargeais : « j'ai eu le plaisir de lui en faire porter une fois « cent soixante livres, et une autre fois trois « poids de fer de cinquante livres pièce. Elle « servait de chaloupe à mon nègre, qui se met- « tait dessus et allait se promener autour de la « caye. » (Tome V, page 260.) Cette pierre devait être une pierre ponce d'un grain très-fin et serré, qui venait de quelque volcan, et que la mer avait transportée, comme elle transporte l'ambre gris, les cocos, la pierre ponce ordinaire, les graines des plantes, les roseaux, etc. On peut voir sur cela les discours de Ray : c'est principalement sur les côtes d'Irlande et d'Écosse qu'on a fait des observations de cette espèce. La mer, par son mouvement général d'orient en occident, doit porter sur les côtes de l'Amérique les productions de nos côtes, et ce n'est peut-être que par des mouvements irréguliers, et que nous ne connaissons pas, qu'elle apporte sur nos rivages les productions des Indes orientales et occidentales; elle apporte aussi des productions du nord. Il y a grande apparence que les vents entrent pour beaucoup dans les causes de ces effets. On a vu souvent dans les hautes mers et dans un très-grand éloignement des côtes, des plages entières couvertes de pierres ponces : on ne peut guère soupçonner qu'elles puissent venir d'ailleurs que des volcans des îles ou de la terre ferme, et ce sont apparemment les courants qui les transportent au milieu des mers. Avant qu'on connût la partie méridionale de l'Afrique, et dans le temps où on croyait que la mer des Indes n'avait aucune communication avec notre Océan, on commença à la soupçonner par un indice de cette nature.

Le mouvement alternatif du flux et du reflux, et le mouvement constant de la mer d'orient en occident, offrent différents phénomènes dans les différents climats; ces mouvements se modifient différemment suivant le gisement des terres et la hauteur des côtes : il y a des endroits où le mouvement général d'orient en occident n'est pas sensible; il y en a d'autres où la mer a même un mouvement contraire, comme sur la côte de Guinée : mais ces mouvements contraires au mouvement général sont occasionnés par les vents, par la position des terres, par les eaux des grands fleuves, et par la disposition du fond de la mer; toutes ces causes produisent des courants qui altèrent et changent souvent tout à fait la direction du mouvement général dans plusieurs endroits de la mer. Mais, comme ce mouvement des mers d'orient en occident est le plus grand, le plus général et le plus constant, il doit aussi produire les plus grands effets, et, tout pris ensemble, la mer doit, avec le temps, gagner du terrain vers l'occident et en laisser vers l'orient, quoiqu'il puisse arriver que sur les côtes où le vent d'ouest souffle pendant la plus grande partie de l'année, comme en France, en Angleterre, la mer gagne du terrain vers l'orient : mais encore une fois, ces exceptions particulières ne détruisent pas l'effet de la cause générale

---

PREUVES
DE LA
THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE XIII.

DES INÉGALITÉS DU FOND DE LA MER ET DES COURANTS.

On peut distinguer les côtes de la mer en trois espèces : 1° les côtes élevées qui sont de rochers et de pierres dures, coupées ordinairement à plomb à une hauteur considérable, et qui s'élèvent quelquefois à sept ou huit cents pieds; 2° les basses côtes, dont les unes sont unies et presque de niveau avec la surface de la mer, et dont les autres ont une élévation médiocre et sont souvent bordées de rochers à fleur d'eau, qui forment des brisants et rendent l'approche des terres fort difficile; 3° les dunes qui sont des côtes formées par les sables que la mer accumule, ou que les fleuves déposent; ces dunes forment des collines plus ou moins élevées.

Les côtes d'Italie sont bordées de marbres et de pierres de plusieurs espèces, dont on distingue de loin les différentes carrières; les rochers qui forment la côte paraissent à une très-grande distance, comme autant de piliers de marbres qui sont coupés à plomb. Les côtes de France, depuis Brest jusqu'à Bordeaux, sont presque partout environnées de rochers à fleur d'eau, qui forment des brisants; il en est de même de celles d'Angleterre, d'Espagne et de plusieurs

autres côtes de l'Océan et de la Méditerranée, qui sont bordées de rochers et de pierres dures, à l'exception de quelques endroits dont on a profité pour faire les baies, les ports, et les havres.

La profondeur de l'eau le long des côtes est ordinairement d'autant plus grande que ces côtes sont plus élevées, et d'autant moindre qu'elles sont plus basses; l'inégalité du fond de la mer le long des côtes correspond aussi ordinairement à l'inégalité de la surface du terrain des côtes. Je dois citer ici ce qu'en dit un célèbre navigateur :

« J'ai toujours remarqué que, dans les endroits où la côte est défendue par des rochers « escarpés, la mer y est très-profonde, et qu'il « est rare d'y pouvoir ancrer; et au contraire, « dans les lieux où la terre penche du côté de « la mer, quelque élevée qu'elle soit plus avant « dans le pays, le fond y est bon, et par conséquent l'ancrage. A proportion que la côte « penche, ou est escarpée près de la mer, à « proportion trouvons-nous aussi communément que le fond pour ancrer est plus ou moins « profond ou escarpé : aussi mouillons-nous plus « près ou plus loin de la terre, comme nous jugeons à propos; car il n'y a point, que je sache, de côte au monde, ou dont j'aie entendu « parler, qui soit d'une hauteur égale, et qui « n'ait des hauts et des bas. Ce sont ces hauts « et ces bas, ces montagnes et ces vallées, qui « font les inégalités des côtes et des bras de « mer, des petites baies et des havres, etc., où « l'on peut ancrer sûrement, parce que, telle « est la surface de la terre, telle est ordinairement le fond qui est couvert d'eau. Ainsi l'on « trouve plusieurs bons havres sur les côtes où « la terre borne la mer par des rochers escarpés, « et cela parce qu'il y a des pentes spacieuses « entre ces rochers : mais dans les lieux où la « pente d'une montagne ou d'un rocher n'est « pas à quelque distance en terre d'une montagne à l'autre, et que, comme sur la côte de « Chili et du Pérou, le penchant va du côté de « la mer, ou est dedans, que la côte est perpendiculaire ou fort escarpée depuis les montagnes voisines, comme elle est en ces pays-là « depuis les montagnes d'Andes, qui y règnent « le long de la côte, la mer y est profonde, et, « pour des havres ou bras de mer, il n'y en a « que peu ou point; toute cette côte est trop escarpée pour y ancrer, et je ne connais point de « côtes où il y ait si peu de rades commodes aux « vaisseaux. Les côtes de Galice, de Portugal, de « Norwége, de Terre-Neuve, etc., sont comme « la côte du Pérou et des hautes îles de l'Archipélague, mais moins dépourvues de bons « havres. Là où il y a de petits espaces de terre, « il y a de bonnes baies aux extrémités de ces « espaces, dans les lieux où ils avancent dans « la mer, comme sur la côte de Caracas, etc. « Les îles de Jean-Fernando, de Sainte-Hélène, etc., sont des terres hautes dont la côte « est profonde. Généralement parlant, tel est « le fond qui paraît au-dessus de l'eau, tel est « celui que l'eau couvre : et, pour mouiller sûrement, il faut ou que le fond soit au niveau, ou que sa pente soit bien peu sensible; « car, s'il est escarpé, l'ancre glisse et le vaisseau est emporté. De là vient que nous ne « nous mettons jamais en devoir de mouiller « dans les lieux où nous voyons les terres hautes et des montagnes escarpées qui bornent la « mer : aussi étant à vue des îles des Etats, proche de la terre del Fuego, avant que d'entrer « dans les mers du sud, nous ne songeâmes « seulement pas à mouiller après que nous eûmes vu la côte, parce qu'il nous parut, près « de la mer, des rochers escarpés : cependant « il peut y avoir de petits havres où les barques « ou autres petits bâtiments peuvent mouiller; « mais nous ne nous mîmes pas en peine de les « chercher.

« Comme les côtes hautes et escarpées ont « ceci d'incommode qu'on n'y mouille que rarement, elles ont aussi ceci de commode, qu'on « les découvre de loin, et qu'on en peut approcher sans danger : aussi, est-ce pour cela que « nous les appelons côtes hardies, ou, pour « parler plus naturellement, côtes exhaussées : « mais, pour les terres basses, on ne les voit que « de fort près, et il y a plusieurs lieux dont on « n'ose approcher de peur d'échouer avant que « de les apercevoir; d'ailleurs il y en a plusieurs avec des bancs qui se forment par le « concours des grosses rivières qui, des terres « basses, se jettent dans la mer.

« Ce que je viens de dire, qu'on mouille d'ordinaire sûrement près des terres basses, peut « se confirmer par plusieurs exemples. Au midi « de la baie de Campêche les terres sont basses « pour la plupart; aussi peut-on ancrer tout « le long de la côte, et il y a des endroits à l'orient de la ville de Campêche, où vous avez

« autant de brasses d'eau que vous êtes éloigné « de la terre, c'est-à-dire depuis neuf à dix « lieues de distance, jusqu'à ce que vous en « soyez à quatre lieues; et de là jusqu'à la côte « la profondeur va toujours en diminuant. La « baie de Honduras est encore un pays bas, et « continue de même tout le long de là aux côtes « de Porto-Bello et de Carthagène, jusqu'à ce « qu'on soit à la hauteur de Sainte-Marthe; de « là, le pays est encore bas jusque vers la côte « de Caracas, qui est haute. Les terres des en- « virons de Surinam, sur la même côte, sont « basses, et l'ancrage y est bon; il en est de « même de là à la côte de Guinée. Telle est « aussi la baie de Panama; et les livres de pi- « lotage ordonnent aux pilotes d'avoir toujours « la sonde à la main, et de ne pas approcher d'une « telle profondeur, soit de nuit, soit de jour. « Sur les mêmes mers, depuis les hautes terres « de Guatimala en Mexique jusqu'à Californie, « la plus grande partie de la côte est basse : « aussi y peut-on mouiller sûrement. En Asie, « la côte de la Chine, les baies de Siam et de « Bengale, toute la côte de Coromandel et la « côte des environs de Malaga, et, près de là, « l'île de Sumatra du même côté, la plupart de « ces côtes sont basses et bonnes pour ancrer : « mais à côté de l'occident de Sumatra les côtes « sont escarpées et hardies; telles sont aussi la « plupart des îles situées à l'orient de Sumatra, « comme les îles de Bornéo, des Célèbes, de « Gilolo, et quantité d'autres îles de moindre « considération qui sont dispersées par-ci, par- « là sur ces mers, et qui ont de bonnes rades « avec plusieurs fonds bas : mais les îles de l'O- « céan de l'Inde orientale, surtout l'ouest de « ces îles, sont des terres hautes et escarpées, « principalement les parties occidentales, non- « seulement de Sumatra, mais aussi de Java, « de Timor, etc. On n'aurait jamais fait si l'on « voulait produire tous les exemples qu'on « pourrait trouver; on dira seulement, en géné- « ral, qu'il est rare que les côtes hautes soient « sans eaux profondes, et au contraire les terres « basses et les mers peu creuses, se trouvent « presque toujours ensemble. » *Voyage de Dampier autour du monde, tome II, page* 476 *et suivantes.*

On est donc assuré qu'il y a des inégalités dans le fond de la mer, et des montagnes très-considérables, par les observations que les navigateurs ont faites avec la sonde. Les plongeurs assurent aussi qu'il y a d'autres petites inégalités formées par des rochers, et qu'il fait fort froid dans les vallées de la mer. En général, dans les grandes mers, les profondeurs augmentent, comme nous l'avons dit, d'une manière assez uniforme, en s'éloignant ou en s'approchant des côtes. Par la carte que M. Buache a dressée de la partie de l'Océan comprise entre les côtes d'Afrique et d'Amérique; et par les coupes qu'il donne de la mer depuis le cap Tagrin jusqu'à la côte de Rio-Grande, il paraît qu'il y a des inégalités dans tout l'Océan comme sur la terre; que les Abrolhos, où il y a des vigies et où l'on voit quelques rochers à fleur d'eau, ne sont que des sommets de très-grosses et de très-grandes montagnes, dont l'île Dauphine est une des plus hautes pointes; que les îles du cap Vert ne sont de même que des sommets de montagnes; qu'il y a un grand nombre d'écueils dans cette mer, où l'on est obligé de mettre des vigies; qu'ensuite le terrain tout autour de ces Abrolhos descend jusqu'à des profondeurs inconnues, et aussi autour des îles.

A l'égard de la qualité des différents terrains qui forment le fond de la mer, comme il est impossible de l'examiner de près, et qu'il faut s'en rapporter aux plongeurs et à la sonde, nous ne pouvons rien dire de bien précis : nous savons seulement qu'il y a des endroits couverts de bourbe et de vase à une grande épaisseur, et sur lesquels les ancres n'ont point de tenue; c'est probablement dans ces endroits que se dépose le limon des fleuves : dans d'autres endroits, ce sont des sables semblables aux sables que nous connaissons, et qui se trouvent de même de différente couleur et de différente grosseur, comme nos sables terrestres; dans d'autres, ce sont des coquillages amoncelés, des madrépores, des coraux et d'autres productions animales, lesquelles commencent à s'unir, à prendre corps et à former des pierres; dans d'autres, ce sont des fragments de pierre, des graviers, et même souvent des pierres toutes formées et des marbres; par exemple, dans les îles Maldives, on ne bâtit qu'avec de la pierre dure que l'on tire sous les eaux à quelques brasses de profondeur; à Marseille, on tire de très-beau marbre du fond de la mer : j'en ai vu plusieurs échantillons; et bien loin que la mer altère et gâte les pierres et les marbres, nous prouverons dans notre discours sur les miné-

raux, que c'est dans la mer qu'ils se forment et qu'ils se conservent, au lieu que le soleil, la terre, l'air et l'eau des pluies les corrompent et les détruisent.

Nous ne pouvons donc pas douter que le fond de la mer ne soit composé comme la terre que nous habitons, puisqu'en effet on y trouve les mêmes matières, et qu'on tire de la surface du fond de la mer les mêmes choses que nous tirons de la surface de la terre; et, de même qu'on trouve au fond de la mer de vastes endroits couverts de coquillages, de madrépores, et d'autres ouvrages des insectes de la mer, on trouve aussi sur la terre une infinité de carrières et de bancs de craie et d'autres matières remplies de ces mêmes coquillages, de ces madrépores, etc. ; en sorte qu'à tous égards, les parties découvertes du globe ressemblent à celles qui sont couvertes par les eaux, soit pour la composition et pour le mélange des matières, soit par les inégalités de la superficie.

C'est à ces inégalités du fond de la mer qu'on doit attribuer l'origine des courants ; car on sent bien que, si le fond de l'Océan était égal et de niveau, il n'y aurait dans la mer d'autre courant que le mouvement général d'orient en occident, et quelques autres mouvements qui auraient pour cause l'action des vents et qui en suivraient la direction : mais une preuve certaine que la plupart des courants sont produits par le flux et le reflux, et dirigés par les inégalités du fond de la mer, c'est qu'ils suivent régulièrement les marées et qu'ils changent de direction à chaque flux et à chaque reflux. Voyez sur cet article ce que dit Piètro della Valle, au sujet des courants du golfe de Cambaie, vol. 6 page 363, et le rapport de tous les navigateurs, qui assurent unanimement que dans les endroits où le flux ou le reflux de la mer sont le plus violents et le plus impétueux, les courants y sont aussi plus rapides.

Ainsi on ne peut pas douter que le flux et le reflux ne produisent des courants dont la direction suit toujours celle des collines ou des montagnes opposées entre lesquelles ils coulent. Les courants qui sont produits par les vents suivent aussi la direction de ces mêmes collines qui sont cachées sous l'eau; car ils ne sont presque jamais opposés directement au vent qui les produit, non plus que ceux qui ont le flux et reflux pour cause ne suivent pas pour cela la même direction.

Pour donner une idée nette de la production des courants, nous observerons d'abord qu'il y en a dans toutes les mers ; que les uns sont plus rapides et les autres plus lents ; qu'il y en a de fort étendus, tant en longueur qu'en largeur, et d'autres qui sont plus courts et plus étroits ; que la même cause, soit le vent, soit le flux et le reflux, qui produit ces courants, leur donne à chacun une vitesse et une direction souvent très-différentes ; qu'un vent de nord, par exemple, qui devrait donner aux eaux un mouvement général vers le sud, dans toute l'étendue de la mer où il exerce son action, produit, au contraire, un grand nombre de courants séparés les uns des autres et bien différents en étendue et en direction : quelques-uns vont droit au sud, d'autres au sud-est, d'autres au sud-ouest: les uns sont fort rapides, d'autres sont lents : il y en a de plus ou moins forts, de plus ou moins larges, de plus ou moins étendus, et cela dans une variété de combinaisons si grande, qu'on ne peut leur trouver rien de commun que la cause qui les produit ; et lorsqu'un vent contraire succède, comme cela arrive souvent dans toutes les mers, et régulièrement dans l'océan Indien, tous ces courants prennent une direction opposée à la première, et suivent en sens contraire les mêmes routes et le même cours ; en sorte que ceux qui allaient au sud vont au nord, et ceux qui coulaient vers le sud-est vont au nord-ouest, etc. ; et ils ont la même étendue en longueur et en largeur, la même vitesse, etc., et leur cours, au milieu des autres eaux de la mer se fait précisément de la même façon qu'il se ferait sur la terre entre deux rivages opposés et voisins, comme on le voit aux Maldives et entre toutes les îles de la mer des Indes, où les courants vont comme les vents, pendant six mois dans une direction, et pendant six autres mois dans la direction opposée. On a fait la même remarque sur les courants qui sont entre les bancs de sable et entre les hauts-fonds ; et en général, tous les courants, soit qu'ils aient pour cause le mouvement du flux et du reflux, ou l'action des vents, ont chacun constamment la même étendue, la même largeur et la même direction dans tout leur cours ; et ils sont très-différents les uns des autres en longueur, en largeur, en rapidité et en direction, ce qui ne peut venir que des inégalités des collines, des montagnes et des vallées qui sont au fond de la mer, comme l'on voit qu'en-

tre deux îles le courant suit la direction des côtes aussi bien qu'entre les bancs de sable, les écueils et les hauts-fonds. On doit donc regarder les collines et les montagnes du fond de la mer comme les bords qui contiennent et qui dirigent les courants, et dès lors un courant est un fleuve dont la largeur est déterminée par celle de la vallée dans laquelle il coule, dont la rapidité dépend de la force qui le produit, combinée avec le plus ou le moins de largeur de l'intervalle par où il doit passer, et enfin dont la direction est tracée par la position des collines et des inégalités entre lesquelles il doit prendre son cours.

Ceci étant entendu, nous allons donner une raison palpable de ce fait singulier dont nous avons parlé, de cette correspondance des angles des montagnes et des collines, qui se trouve partout, et qu'on peut observer dans tous les pays du monde. On voit, en jetant les yeux sur les ruisseaux, les rivières et toutes les eaux courantes, que les bords qui les contiennent forment toujours des angles alternativement opposés; de sorte que, quand un fleuve fait un coude, l'un des bords du fleuve forme d'un côté une avance ou un angle rentrant dans les terres, et l'autre bord forme, au contraire, une pointe ou un angle saillant hors des terres; et que, dans toutes les sinuosités de leur cours, cette correspondance des angles alternativement opposés se trouve toujours : elle est en effet fondée sur les lois du mouvement des eaux et l'égalité de l'action des fluides, et il nous serait très-facile de démontrer la cause de cet effet; mais il nous suffit ici qu'il soit général et universellement reconnu, et que tout le monde puisse s'assurer par ses yeux que, toutes les fois que le bord d'une rivière fait une avance dans les terres, que je suppose à main gauche, l'autre bord fait, au contraire, une avance hors des terres à main droite.

Dès lors les courants de la mer, qu'on doit regarder comme de grands fleuves ou des eaux courantes, sujettes aux mêmes lois que les fleuves de la terre, formeront de même, dans l'étendue de leur cours, plusieurs sinuosités dont les avances ou les angles seront rentrants d'un côté et saillants de l'autre côté; et comme les bords de ces courants sont les collines et les montagnes qui se trouvent au-dessous ou au-dessus de la surface des eaux, ils auront donné ces éminences, cette même forme qu'on remarque aux bords des fleuves. Ainsi on ne doit pas s'étonner que nos collines et nos montagnes, qui ont été autrefois couvertes des eaux de la mer, et qui ont été formées par le sédiment des eaux, aient pris par le mouvement des courants cette figure régulière, et que tous les angles en soient alternativement opposés : elles ont été les bords des courants ou des fleuves de la mer; elles ont donc nécessairement pris une figure et des directions semblables à celles des bords des fleuves de la terre; et, par conséquent, toutes les fois que le bord à main gauche aura formé un angle rentrant, le bord à main droite aura formé un angle saillant, comme nous l'observons dans toutes les collines opposées

Cela seul, indépendamment des autres preuves que nous avons données, suffirait pour faire voir que la terre de nos continents a été autrefois sous les eaux de la mer; et l'usage que je fais de cette observation de la correspondance des angles des montagnes, et la cause que j'en assigne, me paraissent être des sources de lumière et de démonstration dans le sujet dont il est question : car ce n'était point assez que d'avoir prouvé que les couches extérieures de la terre ont été formées par les sédiments de la mer, que les montagnes se sont élevées par l'entassement successif de ces mêmes sédiments, qu'elles sont composées de coquilles et d'autres productions marines; il fallait encore rendre raison de cette régularité de figure des collines dont les angles sont correspondants, et en trouver la vraie cause, que personne jusqu'à présent n'avait même soupçonnée, et qui cependant étant réunie avec les autres, forme un corps de preuves aussi complet qu'on puisse en avoir en physique, et fournit une théorie appuyée sur des faits et indépendante de toute hypothèse, sur un sujet qu'on n'avait jamais tenté par cette voie, et sur lequel il paraissait avoué qu'il était permis et même nécessaire de s'aider d'une infinité de suppositions et d'hypothèses gratuites, pour pouvoir dire quelque chose de conséquent et de systématique.

Les principaux courants de l'Océan sont ceux qu'on a observés dans la mer Atlantique près de la Guinée; ils s'étendent depuis le cap Vert jusqu'à la baie de Fernandopo : leur mouvement est d'occident en orient, et il est contraire au mouvement général de la mer qui se fait d'orient en occident. Ces courants sont fort violents, en sorte que les vaisseaux peuvent venir

en deux jours de Moura à Rio de Bénin, c'est-à-dire faire une route de plus de cent cinquante lieues, et il leur faut six à sept semaines pour y retourner; ils ne peuvent même sortir de ces parages qu'en profitant des vents orageux qui s'élèvent tout à coup dans ces climats : mais il y a des saisons entières pendant lesquelles ils sont obligés de rester, la mer étant continnellement calme, à l'exceptiou du mouvement des courants, qui est toujours dirigé vers les côtes dans cet endroit; ces courants ne s'étendent guère qu'à vingt lieues de distance des côtes. Auprès de Sumatra, il y a des courants rapides qui coulent du midi vers le nord, et qui probablement ont formé le golfe qui est entre Malaye et l'Inde. On trouve des courants semblables entre l'île de Java et la terre de Magellan. Il y a aussi de très-grands courants entre le cap de Bonne-Espérance et l'île de Madagascar, et surtout sur la côte d'Afrique, entre la terre de Natal et le Cap. Dans la mer Pacifique, sur les côtes du Pérou et du reste de l'Amérique, la mer se meut du midi au nord, et il y règne constamment un vent de midi qui semble être la cause de ces courants; on observe le même mouvement du midi au nord sur les côtes du Brésil, depuis le cap Saint-Augustin jusqu'aux îles Antilles, à l'embouchure du détroit des Manilles, aux Philippines et au Japon dans le port de Kibuxia. (*Vide Varen. Gecgraph. gener. pag.* 140.)

Il y a des courants très-violents dans la mer voisine des îles Maldives, et entre ces îles ces courants coulent, comme je l'ai dit, constamment pendant six mois d'orient en occident, et rétrogradent pendant les six autres mois d'occident en orient; ils suivent la direction des vents moussons, et il est probable qu'ils sont produits par ces vents, qui, comme l'on sait, soufflent dans cette mer six mois de l'est à l'ouest, et six mois en sens contraire.

Au reste, nous ne faisons ici mention que des courants dont l'étendue et la rapidité sont fort considérables : car il y a dans toutes les mers une infinité de courants que les navigateurs ne reconnaissent qu'en comparant la route qu'ils ont faite avec celle qu'ils auraient dû faire, et ils sont souvent obligés d'attribuer à l'action de ces courants la dérive de leur vaisseau. Le flux et le reflux, les vents et toutes les autres causes qui peuvent donner de l'agitation aux eaux de la mer, doivent produire des courants, lesquels seront plus ou moins sensibles dans les différents endroits. Nous avons vu que le fond de la mer est, comme la surface de la terre, hérissé de montagnes, semé d'inégalités, et coupé par des bancs de sable : dans tous ces endroits montueux et entrecoupés, les courants seront violents; dans les lieux plats, où le fond de la mer se trouvera de niveau, ils seront presque insensibles : la rapidité du courant augmentera à proportion des obstacles que les eaux trouveront, ou plutôt du rétrécissement des espaces par lesquels elles tendent à passer entre deux chaînes de montagnes qui seront dans la mer : il se formera nécessairement un courant, qui sera d'autant plus violent que ces deux montagnes seront plus voisines; il en sera de même entre deux bancs de sable ou entre deux îles voisines : aussi remarque-t-on dans l'océan Indien, qui est entrecoupé d'une infinité d'îles et de bancs, qu'il y a partout des courants très-rapides qui rendent la navigation de cette mer fort périlleuse; ces courants ont en général des directions semblables à celles des vents, ou du flux et du reflux qui les produisent.

Non-seulement toutes les inégalités du fond de la mer doivent former des courants, mais les côtes mêmes doivent faire un effet en partie semblable. Toutes les côtes font refouler les eaux à des distances plus ou moins considérables : ce refoulement des eaux est une espèce de courant que les circonstances peuvent rendre continuel et violent; la position oblique d'une côte, le voisinage d'un golfe ou de quelque grand fleuve, un promontoire, en un mot, tout obstacle particulier qui s'oppose au mouvement général, produira toujours un courant : or, comme rien n'est plus irrégulier que le fond et les bords de la mer, on doit donc cesser d'être surpris du grand nombre de courants qu'on y trouve presque partout.

Au reste, tous ces courants ont une largeur déterminée et qui ne varie point : cette largeur du courant dépend de celle de l'intervalle qui est entre les deux éminences qui lui servent de lit. Les courants coulent dans la mer comme les fleuves coulent sur la terre, et ils y produisent des effets semblables; ils forment leurs lits, et ils donnent aux éminences entre lesquelles ils coulent une figure régulière, et dont les angles sont correspondants : ce sont, en un mot, ces courants qui ont creusé nos vallées, figuré nos montagnes, et donné à la surface de notre terre,

lorsqu'elle était sous l'eau de la mer, la forme qu'elle conserve encore aujourd'hui.

Si quelqu'un doutait de cette correspondance des angles des montagnes, j'oserais en appeler aux yeux de tous les hommes, surtout lorsqu'ils auront lu ce qui vient d'être dit : je demande seulement qu'on examine, en voyageant, la position des collines opposées, et les avances qu'elles font dans les vallons, on se convaincra par ses yeux que le vallon était le lit, et les collines les bords des courants; car les côtés opposés des collines se correspondent exactement, comme les deux bords d'un fleuve. Dès que les collines à droite du vallon font une avance, les collines à gauche du vallon font une gorge. Ces collines ont aussi à très-peu près la même élévation, et il est très-rare de voir une grande inégalité de hauteur dans deux collines opposées et séparées par un vallon : je puis assurer que plus j'ai regardé les contours et les hauteurs des collines, plus j'ai été convaincu de la correspondance des angles, et de cette ressemblance qu'elles ont avec les lits et les bords des rivières; et c'est par des observations réitérées sur cette régularité surprenante et sur cette ressemblance frappante, que mes premières idées sur la théorie de la terre me sont venues. Qu'on ajoute à cette observation celle des couches parallèles et horizontales, et celle des coquillages répandus dans toute la terre et incorporés dans toutes les différentes matières, et on verra s'il peut y avoir plus de probabilité dans un sujet de cette espèce.

ADDITIONS ET CORRECTIONS

À L'ARTICLE QUI A POUR TITRE :

DES INÉGALITÉS DU FOND DE LA MER ET DES COURANTS.

Sur la nature et la qualité des terrains du fond de la mer.

M. l'abbé Dicquemare, savant physicien, a fait sur ce sujet des réflexions et quelques observations particulières qui me paraissent s'accorder parfaitement avec ce que j'en ai dit dans ma Théorie de la terre.

« Les entretiens avec des pilotes de toutes « langues, la discussion des cartes et des son« des écrites, anciennes et récentes, l'examen « des corps qui s'attachent à la sonde, l'inspec« tion des rivages, des bancs, celle des couches « qui forment l'intérieur de la terre, jusqu'à « une profondeur à peu près semblable à la lon« gueur des lignes des sondes les plus ordinai« res, quelques réflexions sur ce que la phy« sique, la cosmographie et l'histoire naturelle « ont de plus analogue avec cet objet, nous ont « fait soupçonner, nous ont même persuadé, dit « M. l'abbé Dicquemare, *qu'il doit exister,* « *dans bien des parages, deux fonds diffé*« *rents, dont l'un recouvre souvent l'autre* « *par intervalles. Le fond ancien ou perma*« *nent, qu'on peut nommer fond général, et* « *le fond accidentel ou particulier*. Le premier, « qui doit faire la base d'un tableau général, est « le sol même du bassin de la mer. Il est com« posé des mêmes couches que nous trouvons « partout dans le sein de la terre, telles que la « marne, la pierre, la glaise, le sable, les co« quillages, que nous voyons disposés horizon« talement, d'une épaisseur égale, sur une fort « grande étendue... ; ici, ce sera un fond de « marne : là, un de glaise, de sable, de roches. « Enfin, le nombre des fonds généraux qu'on « peut discerner par la sonde ne va guère qu'à « six ou sept espèces. Les plus étendues et les « plus épaisses de ces couches, se trouvant dé« couvertes ou coupées en biseau, forment dans « la mer de grands espaces, où l'on doit recon« naître le fond général, indépendamment de « ce que les courants et autres circonstances « peuvent y déposer d'étranger à sa nature. Il « est encore des fonds permanents dont nous « n'avons point parlé; ce sont ces étendues im« menses de madrépores, de coraux, qui recou« vrent souvent un fond de rochers, et ces « bancs d'une énorme étendue de coquillages, « que la prompte multiplication ou d'autres « causes y a accumulés; ils y sont comme par « peuplades. Une espèce paraît occuper une « certaine étendue; l'espace suivant est occupé « par une autre, comme on le remarque à l'é« gard des coquilles fossiles, dans une grande « partie de l'Europe, et peut-être partout. Ce « sont même ces remarques sur l'intérieur de la « terre, et des lieux où la mer découvre beau« coup, où l'on voit toujours une espèce domi« ner comme par cantons, qui nous ont mis à « portée de conclure sur la prodigieuse quan« tité des individus, et sur l'épaisseur des « bancs du fond de la mer, dont nous ne pou« vons guère connaître par la sonde que la su« perficie.

« Le fond accidentel ou particulier... est

« composé d'une quantité prodigieuse de pointes « d'oursins de toute espèce, que les marins « nomment *pointes d'alènes*; de fragments de « coquilles, quelquefois pourries; de crustacés, « de madrépores, de plantes marines, de pyri« tes, de granites arrondis par le frottement, « de particules de nacre, de mica, peut-être « même de talc, auxquels ils donnent des noms « conformes à l'apparence; quelques coquilles « entières, mais en petite quantité, et comme « semées dans des étendues médiocres; de pe« tits cailloux, quelques cristaux, des sables co« lorés, un léger limon, etc. Tous ces corps, « disséminés par les courants, l'agitation de la « mer, etc., provenants en partie des fleuves, « des éboulements de falaises et autres causes « accidentelles, ne recouvrent souvent qu'im« parfaitement le fond général, qui se repré« sente à chaque instant, quand on sonde fré« quemment dans les mêmes parages... J'ai re« marqué que, *depuis près d'un siècle, une* « *grande partie des fonds généraux du golfe* « *de Gascogne et de la Manche n'ont presque* « *pas changé*, ce qui fonde encore mon opinion « sur les deux fonds. »

Sur les courants de la mer.

On doit ajouter à l'énumération des courants de la mer le fameux courant de *Moschœ*, *Mosche* ou *Male*, sur les côtes de Norwége, dont un savant Suédois nous a donné la description dans les termes suivants :

« Ce courant, qui a pris son nom du rocher « de Moschensiele, situé entre les deux îles de « Lofœde et de Woerœn, s'étend à quatre mil« les vers le sud et vers le nord.

« Il est extrêmement rapide, surtout entre « le rocher de Mosche et la pointe de Lofœde; « mais, plus il s'approche des deux îles de « Woerœn et de Roest, moins il a de rapidité. « Il achève son cours du nord au sud en six « heures, puis du sud au nord en autant de « temps.

« Ce courant est si rapide, qu'il fait un grand « nombre de petits tournants, que les habitants « du pays ou les Norwégiens appellent *garga-* « *mer*.

« Son cours ne suit point celui des eaux de la « mer dans leur flux et dans leur reflux : il y « est plutôt tout contraire. Lorsque les eaux de « l'Océan montent, elles vont du sud au nord, « et alors le courant va du nord au sud : lors« que la mer se retire, elle va du nord au sud, « et pour lors le courant va du sud au nord.

« Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que, « tant en allant qu'en revenant, il ne décrit pas « une ligne droite, ainsi que les autres courants « qu'on trouve dans quelques détroits, où les « eaux de la mer montent et descendent; mais « il va en ligne circulaire.

« Quand les eaux de la mer ont monté à moi« tié, celles du courant vont au sud-sud-est. « Plus la mer s'élève, plus il se tourne vers le « sud; de là il se tourne vers le sud-ouest, et « du sud-ouest vers l'ouest.

« Lorsque les eaux de la mer ont entièrement « monté, le courant va vers le nord-ouest, et en« suite vers le nord : vers le milieu du reflux, « il recommence son cours, après l'avoir sus« pendu pendant quelques moments...

« Le principal phénomène qu'on y observe, « est son retour par l'ouest du sud-sud-est vers « le nord, ainsi que du nord vers le sud-est. S'il « ne revenait pas par le même chemin, il serait « fort difficile, et presque impossible, de passer « de la pointe de Lofœde aux deux grandes îles « de Woerœn et de Roest. Il y a cependant « aujourd'hui deux paroisses qui seraient néces« sairement sans habitants, si le courant ne pre« nait pas le chemin que je viens de dire; mais, « comme il le prend en effet, ceux qui veulent « passer de la pointe de Lofœde à ces deux îles, « attendent que la mer ait monté à moitié, parce « qu'alors le courant se dirige vers l'ouest : « lorsqu'ils veulent revenir de ces îles vers la « pointe de Lofœde, ils attendent le mi-reflux, « parce qu'alors le courant est dirigé vers le « continent; ce qui fait qu'on passe avec beau« coup de facilité... Or, il n'y a point de courant « sans pente; et ici, l'eau monte d'un côté et « descend de l'autre....

« Pour se convaincre de cette vérité, il suffit « de considérer qu'il y a une petite langue de « terre qui s'étend à seize milles de Norwége « dans la mer, depuis la pointe de Lofœde, qui « est le plus à l'ouest, jusqu'à celle de Loddinge, « qui est la plus orientale. Cette petite langue « de terre est environnée par la mer; et, soit « pendant le flux, soit pendant le reflux, les eaux « y sont toujours arrêtées, parce qu'elles ne « peuvent avoir d'issue que par six petits détroits « ou passages qui divisent cette langue de terre « en autant de parties. Quelques-uns de ces dé« troits ne sont larges que d'un demi-quart de

« milie, et quelquefois moitié moins ; ils ne peu- « vent donc contenir qu'une petite quantité « d'eau. Ainsi, lorsque la mer monte, les eaux « qui vont vers le nord s'arrêtent en grande par- « tie au sud de cette langue de terre : elles sont « donc bien plus élevées vers le sud que vers le « nord. Lorsque la mer se retire et va vers le « sud, il arrive pareillement que les eaux s'ar- « rêtent en grande partie au nord de cette lan- « gue de terre, et sont par conséquent bien plus « hautes vers le nord que vers le sud.

« Les eaux arrêtées de cette manière, tantôt « au nord, tantôt au sud, ne peuvent trouver « d'issue qu'entre la pointe de Lofœde et de l'île « de Woerœn, et qu'entre cette île et celle de « Roest.

« La pente qu'elles ont, lorsqu'elles descen- « dent, cause la rapidité du courant ; et, par la « même raison, cette rapidité est plus grande « vers la pointe de Lofœde que partout ailleurs. « Comme cette pointe est plus près de l'endroit « où les eaux s'arrêtent, la pente y est aussi « plus forte ; et plus les eaux du courant s'éten- « dent vers les îles de Woerœn et de Roest, « plus il perd de sa vitesse...

« Après cela, il est aisé de concevoir pour- « quoi ce courant est toujours diamétralement « opposé à celui des eaux de la mer. Rien ne « s'oppose à celles-ci, soit qu'elles montent, soit « qu'elles descendent : au lieu que celles qui « sont arrêtées au-dessus de la pointe de Lofœde « ne peuvent se mouvoir ni en ligne droite, ni « au-dessus de cette même pointe, tant que la « mer n'est point descendue plus bas, et n'a « pas, en se retirant, emmené les eaux que « celles qui sont arrêtées au-dessus de Lofœde, « doivent remplacer.....

« Au commencement du flux et du reflux, « les eaux de la mer ne peuvent pas détourner « celles du courant ; mais, lorsqu'elles ont monté « ou descendu à moitié, elles ont assez de force « pour changer sa direction. Comme il ne peut « alors se tourner vers l'est, parce que l'eau est « toujours stable près de la pointe de Lofœde, « ainsi que je l'ai déjà dit, il faut nécessaire- « ment qu'il aille vers l'ouest où l'eau est plus « basse [1]. » Cette explication me paraît bonne et conforme aux vrais principes de la théorie des eaux courantes.

Nous devons encore ajouter ici la description du fameux courant de Charybde et Scylla, près de la Sicile, sur lequel M. Bridone a fait nouvellement des observations qui semblent prouver que sa rapidité et la violence de tous ses mouvements est fort diminuée.

« Le fameux rocher de Scylla est sur la côte « de la Calabre, le cap Pelore sur celle de Sicile, « et le célèbre détroit du Phare court entre les « deux. L'on entend, à quelques milles de di- « stance de l'entrée du détroit, le mugissement « du courant ; il augmente à mesure qu'on s'ap- « proche, et, en plusieurs endroits, l'eau forme « de grands tournants, lors même que tout le « reste de la mer est uni comme une glace. Les « vaisseaux sont attirés par ces tournants d'eau ; « cependant on court peu de danger quand le « temps est calme : mais, si les vagues rencon- « trent ces tournants violents, elles forment une « mer terrible. Le courant porte directement « vers le rocher de Scylla : il est à environ un « mille de l'entrée du Phare. Il faut convenir « que réellement ce fameux Scylla n'approche « pas de la description formidable qu'Homère « en a faite ; le passage n'est pas aussi prodi- « gieusement étroit ni aussi difficile qu'il le re- « présente : il est probable que, depuis ce temps, « il s'est fort élargi, et que la violence du cou- « rant a diminué en même proportion. Le ro- « cher a près de deux cents pieds d'élévation ; « on y trouve plusieurs cavernes et une espèce « de fort bâti au sommet. Le fanal est à pré- « sent sur le cap Pelore. L'entrée du détroit « entre ce cap et la *Coda-di-Volpe* en Calabre, « paraît avoir à peine un mille de largeur ; son « canal s'élargit, et il a quatre milles auprès de « Messine, qui est éloignée de douze milles de « l'entrée du détroit. Le célèbre gouffre ou tour- « nant de Charybde est près de l'entrée du havre « de Messine : il occasionne souvent dans l'eau « un mouvement si irrégulier, que les vaisseaux « ont beaucoup de peine à y entrer. Aristote « fait une longue et terrible description de ce « passage difficile [1]. Homère, Lucrèce, Virgile « et plusieurs autres poètes l'ont décrit comme « un objet qui inspirait la plus grande terreur. « Il n'est certainement pas si formidable au- « jourd'hui, et il est très-probable que le mou- « vement des eaux, depuis ce temps, a émoussé « les pointes escarpées des rochers, et détruit « les obstacles qui resserraient les flots. Le dé- « troit s'est élargi considérablement dans cet en-

[1] Description du courant de Moskôe, etc. Journal étranger, février 1758, page 25.

[1] Aristot. De admirandis, cap. 125.

« droit. Les vaisseaux sont néanmoins obligés « de ranger la côte de Calabre de très-près, afin « d'éviter l'attraction violente occasionnée par « le tournoiement des eaux ; et lorsqu'ils sont « arrivés à la partie la plus étroite et la plus ra- « pide du détroit, entre le cap Pelore et Scylla, « ils sont en grand danger d'être jetés directe- « ment contre ce rocher. De là vient le proverbe : « *incidit in Scyllam cupiens vitare Charybdin*. On a placé un autre fanal pour avertir « les marins qu'ils approchent de Carybde, « comme le fanal du cap Pelore les avertit qu'ils « approchent de Scylla [1]. »

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE XIV.

DES VENTS RÉGLÉS.

Rien ne paraît plus irrégulier et plus variable que la force et la direction des vents dans nos climats ; mais il y a des pays où cette irrégularité n'est pas si grande, et d'autres où le vent souffle constamment dans la même direction et presque avec la même force.

Quoique les mouvements de l'air dépendent d'un grand nombre de causes, il y en a cependant de principales dont on peut estimer les effets ; mais il est difficile de juger des modifications que d'autres causes secondaires peuvent y apporter. La plus puissante de toutes ces causes est la chaleur du soleil, laquelle produit successivement une raréfaction considérable dans les différentes parties de l'atmosphère ; ce qui fait le vent d'est, qui souffle constamment entre les tropiques, où la raréfaction est la plus grande.

La force d'attraction du soleil, et même celle de la lune sur l'atmosphère, sont des causes dont l'effet est insensible en comparaison de celles dont nous venons de parler. Il est vrai que cette force produit dans l'air un mouvement semblable à celui du flux et du reflux dans la mer : mais ce mouvement n'est rien en comparaison des agitations de l'air qui sont produites par la raréfaction ; car il ne faut pas croire que l'air, parce qu'il a du ressort et qu'il est huit cents fois plus léger que l'eau, doive recevoir par l'action de la lune un mouvement de flux fort considérable. Pour peu qu'on y réfléchisse, on verra que ce mouvement n'est guère plus considérable que celui du flux et du reflux des eaux de la mer ; car la distance à la lune étant supposée la même, une mer d'eau ou d'air, ou de telle autre matière fluide qu'on voudra imaginer, aura à peu près le même mouvement, parce que la force qui produit ce mouvement pénètre la matière, et est proportionnelle à sa quantité. Ainsi une mer d'eau, d'air ou de vif-argent, s'élèverait à peu près à la même hauteur par l'action du soleil et de la lune, et dès lors on voit que le mouvement que l'attraction des astres peut causer dans l'atmosphère n'est pas assez considérable pour produire une grande agitation [1] ; et, quoiqu'elle doive causer un léger mouvement de l'air d'orient en occident, ce mouvement est tout à fait insensible en comparaison de celui que la chaleur du soleil doit produire en raréfiant l'air ; et, comme la raréfaction sera toujours plus grande dans les endroits où le soleil est au zénith, il est clair que le courant d'air doit suivre le soleil et former un vent constant et général d'orient en occident. Ce vent souffle continuellement sur la mer dans la zone torride, et dans la plupart des endroits de la terre entre les tropiques : c'est le même vent que nous sentons au lever du soleil ; et en général les vents d'est sont bien plus fréquents et bien plus impétueux que les vents d'ouest ; ce vent général d'orient en occident s'étend même au delà des tropiques, et il souffle si constamment dans la mer Pacifique, que les navires qui vont d'Acapulco aux Philippines font cette route, qui est de plus de deux mille sept cents lieues, sans aucun risque, et, pour ainsi dire, sans avoir besoin d'être dirigés. Il en est de même de la mer Atlantique entre l'Afrique et le Brésil ; ce vent général y souffle constamment. Il se fait sentir aussi entre les Philippines et l'Afrique, mais d'une manière moins constante, à cause des îles et des différents obstacles qu'on rencontre dans cette mer : car il souffle pendant le mois de janvier, février, mars et avril, entre la côte de Mozambique et l'Inde ; mais pendant les autres mois il cède à d'autres

[1] Voyage en Sicile, par M. Bridone, tome I, p. 46 et suiv.

[1] L'effet de cette cause a été déterminé géométriquement dans différentes hypothèses, et calculé par M. d'Alembert. Voyez Réflexions sur la cause générale des Vents. Paris. 1747.

vents; et, quoique ce vent d'est soit moins sensible sur les côtes qu'en pleine mer, et encore moins dans le milieu des continents que sur les côtes de la mer, cependant il y a des lieux où il souffle presque continuellement, comme sur les côtes orientales du Brésil, sur les côtes de Loango en Afrique, etc.

Ce vent d'est, qui souffle continuellement sous la ligne, fait que, lorsqu'on part d'Europe pour aller en Amérique, on dirige le cours du vaisseau du nord au sud dans la direction des côtes d'Espagne et d'Afrique jusqu'à vingt degrés en deçà de la ligne, où l'on trouve ce vent d'est qui vous porte directement sur les côtes d'Amérique; et de même dans la mer Pacifique l'on fait en deux mois le voyage de Callao ou d'Acapulco aux Philippines à la faveur de ce vent d'est, qui est continuel; mais le retour des Philippines à Acapulco est plus long et plus difficile. A vingt-huit ou trente degrés de ce côté-ci de la ligne, on trouve des vents d'ouest assez constants, et c'est pour cela que les vaisseaux qui reviennent des Indes occidentales en Europe, ne prennent pas la même route pour aller et pour revenir : ceux qui viennent de la Nouvelle-Espagne font voile le long des côtes et vers le nord jusqu'à ce qu'ils arrivent à la Havane dans l'île de Cuba, et de là ils gagnent du côté du nord pour trouver les vents d'ouest, qui les amènent aux Açores et ensuite en Espagne. De même dans la mer du Sud, ceux qui reviennent des Philippines ou de la Chine au Pérou, ou au Mexique, gagnent le nord jusqu'à la hauteur du Japon, et naviguent sous ce parallèle jusqu'à une certaine distance de Californie, d'où, en suivant la côte de la Nouvelle-Espagne, ils arrivent à Acapulco. Au reste, ces vents d'est ne soufflent pas toujours du même point, mais en général ils sont au sud-est depuis le mois d'avril jusqu'au mois de novembre, et ils sont au nord-est depuis novembre jusqu'en avril.

Le vent d'est contribue par son action à augmenter le mouvement général de la mer d'orient en occident; il produit aussi des courants qui sont constants et qui ont leur direction, les uns de l'est à l'ouest, les autres de l'est au sud-ouest ou au nord-ouest, suivant la direction des éminences et des chaînes de montagnes qui sont au fond de la mer, dont les vallées ou les intervalles qui les séparent servent de canaux à ces courants. De même les vents alternatifs, qui soufflent tantôt de l'est et tantôt de l'ouest, produisent aussi des courants qui changent de direction en même temps que ces vents en changent aussi.

Les vents qui soufflent constamment pendant quelques mois, sont ordinairement suivis de vents contraires, et les navigateurs sont obligés d'attendre celui qui leur est favorable; lorsque ces vents viennent à changer, il y a plusieurs jours, et quelquefois un mois ou deux de calme ou de tempêtes dangereuses.

Ces vents généraux, causés par la raréfaction de l'atmosphère, se combinent différemment par différentes causes dans différents climats. Dans la partie de la mer Atlantique qui est sous la zone tempérée, le vent du nord souffle presque constamment pendant les mois d'octobre, novembre, décembre et janvier : c'est pour cela que ces mois sont les plus favorables pour s'embarquer lorsqu'on veut aller de l'Europe aux Indes, afin de passer la ligne à la faveur de ces vents; et l'on sait par expérience que les vaisseaux qui partent au mois de mars d'Europe, n'arrivent quelquefois pas plus tôt au Brésil que ceux qui partent au mois d'octobre suivant. Le vent du nord règne presque continuellement pendant l'hiver dans la Nouvelle-Zemble et dans les autres côtes septentrionales. Le vent du midi souffle pendant le mois de juillet au cap Vert : c'est alors le temps des pluies, ou l'hiver de ces climats. Au cap de Bonne-Espérance, le vent de nord-ouest souffle pendant le mois de septembre. A Patna, dans l'Inde, ce même vent de nord-ouest souffle pendant les mois de novembre, décembre et janvier, et il produit de grandes pluies; mais les vents d'est soufflent pendant les neuf autres mois. Dans l'océan Indien, entre l'Afrique et l'Inde, et jusqu'aux îles Moluques, les vents moussons règnent d'orient en occident depuis janvier jusqu'au commencement de juin, et les vents d'occident commencent aux mois d'août et de septembre, et pendant l'intervalle de juin et de juillet, il y a de très-grandes tempêtes, ordinairement par des vents du nord : mais sur les côtes ces vents varient davantage qu'en pleine mer.

Dans le royaume de Guzarate et sur les côtes de la mer voisine, les vents du nord soufflent depuis le mois de mars jusqu'au mois de septembre, et pendant les autres mois de l'année il règne presque toujours des vents du midi. Les Hollandais, pour revenir de Java, partent or-

dinairement aux mois de janvier et de février par un vent d'est qui se fait sentir jusqu'à dix-huit degrés de latitude australe, et ensuite ils trouvent des vents de midi qui les portent jusqu'à Saint-Hélène. (Voyez *Varen. Geograph. gener. cap.* 20.)

Il y a des vents réglés qui sont produits par la fonte des neiges; les anciens Grecs les ont observés. Pendant l'été les vents de nord-ouest, et pendant l'hiver ceux de sud-est, se font sentir en Grèce, dans la Thrace, dans la Macédoine, dans la mer Égée, et jusqu'en Égypte et en Afrique; on remarque des vents de même espèce dans le Congo, à Guzarate, à l'extrémité de l'Afrique, qui sont tous produits par la fonte des neiges. Le flux et le reflux de la mer produisent aussi des vents réglés qui ne durent que quelques heures; et dans plusieurs endroits on remarque des vents qui viennent de terre pendant la nuit, et de la mer pendant le jour, comme sur les côtes de la Nouvelle-Espagne, sur celles de Congo, à la Havane, etc.

Les vents de nord sont assez réglés dans les climats des cercles polaires : mais plus on approche de l'équateur, plus ces vents de nord sont faibles; ce qui est commun aux deux pôles.

Dans l'Océan Atlantique et Éthiopique, il y a un vent d'est général entre les tropiques, qui dure toute l'année sans aucune variation considérable, à l'exception de quelques petits endroits, où il change suivant les circonstances et la position des cotes. 1° Auprès de la côte d'Afrique, aussitôt que vous avez passé les iles Canaries, vous êtes sûr de trouver un vent frais de nord-est à environ vingt-huit degrés de latitude nord : ce vent passe rarement le nord-est ou le nord-nord-est, et il vous accompagne jusqu'à dix degrés de latitude nord, à environ cent lieues de la côte de Guinée, où l'on trouve au quatrième degré de latitude nord les calmes et tornados; 2° ceux qui vont aux iles Caraïbes trouvent, en approchant de l'Amérique, que ce même vent de nord-est tourne de plus en plus à l'est, à mesure qu'on approche davantage; 3° les limites de ces vents variables dans cet océan sont plus grandes sur les côtes d'Amérique que sur celles d'Afrique. Il y a dans cet océan un endroit où les vents du sud et de sud-ouest sont continuels, savoir, tout le long de la côte de Guinée dans un espace d'environ cinq cents lieues, depuis Sierra-Leone jusqu'à l'île de Saint-Thomas. L'endroit le plus étroit de cette mer est depuis la Guinée jusqu'au Brésil, où il n'y a qu'environ cinq cents lieues : cependant les vaisseaux qui partent de la Guinée ne dirigent pas leurs cours droit au Brésil, mais ils descendent du côté du sud, surtout lorsqu'ils partent aux mois de juillet et d'août, à cause des vents de sud-est qui règnent dans ce temps. (Voy. *Trans. phil. Abridg'd.*, tome II, p. 129.)

Dans la mer Méditerranée, le vent souffle de la terre vers la mer au coucher du soleil, et au contraire de la mer vers la terre au lever, en sorte que le matin c'est un vent du levant, et le soir un vent du couchant. Le vent du midi, qui est pluvieux, et qui souffle ordinairement à Paris, en Bourgogne et en Champagne au commencement de novembre, et qui cède à une bise douce et tempérée, produit le beau temps qu'on appelle vulgairement l'été de la Saint-Martin. (Voyez *le Traité des Eaux de M. Mariotte.*)

Le docteur Lister, d'ailleurs bon observateur, prétend que le vent d'est général qui se fait sentir entre les tropiques pendant toute l'année, n'est produit que par la respiration de la plante appelée lentille de mer, qui est extrêmement abondante dans ces climats, et que la différence des vents sur la terre ne vient que de la différente disposition des arbres et des forêts, et il donne très-sérieusement cette ridicule imagination pour cause des vents, en disant qu'à l'heure de midi le vent est plus fort, parce que les plantes ont plus chaud et respirent l'air plus souvent, et qu'il souffle d'orient en occident, parce que toutes les plantes font un peu le tournesol, et respirent toujours du côté du soleil.

D'autres auteurs, dont les vues étaient plus saines, ont donné pour cause de ce vent constant le mouvement de la terre sur son axe : mais cette opinion n'est que spécieuse, et il est facile de faire comprendre aux gens, même les moins initiés en mécanique, que tout fluide qui environnerait la terre ne pourrait avoir aucun mouvement particulier en vertu de la rotation du globe, que l'atmosphère ne peut avoir d'autre mouvement que celui de cette même rotation, et que, tout tournant ensemble et à la fois, ce mouvement de rotation est aussi insensible dans l'atmosphère, qu'il l'est à la surface de la terre.

La principale cause de ce mouvement constant est, comme nous l'avons dit, la chaleur

du soleil ; on peut voir sur cela le *Traité de Halley dans les Transac. philosoph.* ; et en général, toutes les causes qui produiront dans l'air une raréfaction ou une condensation considérable, produiront des vents dont les directions seront toujours directes ou opposées aux lieux où sera la plus grande raréfaction ou la plus grande condensation.

La pression des nuages, les exhalaisons de la terre, l'inflammation des météores, la résolution des vapeurs en pluies, etc., sont aussi des causes qui toutes produisent des agitations considérables dans l'atmosphère : chacune de ces causes se combinant de différentes façons, produit des effets différents : il me paraît donc qu'on tenterait vainement de donner une théorie des vents, et qu'il faut se borner à travailler à en faire l'histoire : c'est dans cette vue que j'ai rassemblé des faits qui pourront y servir.

Si nous avions une suite d'observations sur la direction, la force et la variation des vents dans les différents climats ; si cette suite d'observations était exacte et assez étendue pour qu'on pût voir d'un coup d'œil le résultat de ces vicissitudes de l'air dans chaque pays, je ne doute pas qu'on n'arrivât à ce degré de connaissance dont nous sommes encore si fort éloignés, à une méthode par laquelle nous pourrions prévoir et prédire les différents états du ciel et la différence des saisons : mais il n'y a pas assez longtemps qu'on fait des observations météorologiques ; il y en a beaucoup moins qu'on les fait avec soin, et il s'en écoulera peut-être beaucoup avant qu'on sache en employer les résultats, qui sont cependant les seuls moyens que nous ayons pour arriver à quelque connaissance positive à ce sujet.

Sur la mer les vents sont plus réguliers que sur la terre, parce que la mer est un espace libre, et dans lequel rien ne s'oppose à la direction du vent ; sur la terre, au contraire, les montagnes, les forêts, les villes, etc., forment des obstacles qui font changer la direction des vents, et qui souvent produisent des vents contraires aux premiers. Ces vents, réfléchis par les montagnes, se font sentir dans toutes les provinces qui en sont voisines, avec une impétuosité souvent aussi grande que celle du vent direct qui les produit ; ils sont aussi très-irréguliers, parce leur direction dépend du contour, de la hauteur et de la situation des montagnes qui les réfléchissent. Les vents de mer soufflent avec plus de force et plus de continuité que les vents de terre ; ils sont aussi beaucoup moins variables, et durent plus longtemps. Dans les vents de terre, quelque violents qu'ils soient, il y a des moments de rémission et quelquefois des instants de repos ; dans ceux de mer, le courant d'air est constant et continuel sans aucune interruption : la différence de ces effets dépend de la cause que nous venons d'indiquer.

En général, sur la mer, les vents d'est et ceux qui viennent des pôles sont plus forts que les vents d'ouest et que ceux qui viennent de l'équateur ; dans les terres, au contraire, les vents d'ouest et de sud sont plus ou moins violents que les vents d'est et de nord, suivant la situation des climats. Au printemps et en automne, les vents sont plus violents qu'en été ou en hiver, tant sur mer que sur terre ; on peut en donner plusieurs raisons : 1° le printemps et l'automne sont les saisons des plus grandes marées, et, par conséquent, les vents que ces marées produisent, sont plus violents dans ces deux saisons ; 2° le mouvement que l'action du soleil et de la lune produit dans l'air, c'est-à-dire le flux et le reflux de l'atmosphère, est aussi plus grand dans la saison des équinoxes ; 3° la fonte des neiges au printemps, et la résolution des vapeurs que le soleil a élevées pendant l'été, qui retombent en pluies abondantes pendant l'automne, produisent, ou du moins, augmentent les vents ; 4° le passage du chaud au froid, ou du froid au chaud, ne peut se faire sans augmenter et diminuer considérablement le volume de l'air, ce qui seul doit produire de très-grands vents.

On remarque souvent dans l'air des courants contraires : on voit des nuages qui se meuvent dans une direction, et d'autres nuages plus élevés ou plus bas que les premiers, qui se meuvent dans une direction contraire ; mais cette contrariété de mouvement ne dure pas longtemps, et n'est ordinairement produite que par la résistance de quelque nuage à l'action du vent, et par la répulsion du vent direct qui règne seul dès que l'obstacle est dissipé.

Les vents sont plus violents dans les lieux élevés que dans les plaines ; et plus on monte dans les hautes montagnes, plus la force du vent augmente jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la hauteur ordinaire des nuages, c'est-à-dire à environ un quart ou un tiers de lieue de hau-

leur perpendiculaire : au delà de cette hauteur, le ciel est ordinairement serein, au moins pendant l'été, et le vent diminue; on prétend même qu'il est tout à fait insensible au sommet des plus hautes montagnes : cependant, la plupart de ces sommets, et même les plus élevés, étant couverts de glace et de neige, il est naturel de penser que cette région de l'air est agitée par les vents dans le temps de la chute de ces neiges; ainsi, ce ne peut être que pendant l'été que les vents ne s'y font pas sentir. Ne pourrait-on pas dire qu'en été les vapeurs légères qui s'élèvent au sommet de ces montages retombent en rosée, au lieu qu'en hiver elles se condensent, se gèlent et retombent en neige ou en glace; ce qui peut produire en hiver des vents au-dessus de ces montagnes, quoiqu'il n'y en ait point en été?

Un courant d'air augmente de vitesse comme un courant d'eau, lorsque l'espace de son passage se rétrécit : le même vent, qui ne se fait sentir que médiocrement dans une plaine large et découverte, devient violent en passant par une gorge de montagne, ou seulement entre deux bâtiments élevés, et le point de la plus violente action du vent est au-dessus de ces mêmes bâtiments ou de la gorge de la montagne; l'air, étant comprimé par la résistance de ces obstacles, a plus de masse, plus de densité; et la même vitesse subsistant, l'effort ou le coup du vent, le *momentum* en devient beaucoup plus fort. C'est ce qui fait qu'auprès d'une église ou d'une tour les vents semblent être beaucoup plus violents qu'ils ne le sont à une certaine distance de ces édifices. J'ai souvent remarqué que le vent, réfléchi par un bâtiment isolé, ne laissait pas d'être bien plus violent que le vent direct qui produisait ce vent réfléchi; et lorsque j'en ai cherché la raison, je n'en ai pas trouvé d'autre que celle que je viens de rapporter : l'air chassé se comprime contre le bâtiment et se réfléchit, non-seulement avec la vitesse qu'il avait auparavant, mais encore avec plus de masse : ce qui rend en effet son action beaucoup plus violente.

A ne considérer que la densité de l'air, qui est plus grande à la surface de la terre que dans tout autre point de l'atmosphère, on serait porté à croire que la plus grande action du vent devrait être aussi à la surface de la terre, et je crois que cela est en effet ainsi toutes les fois que le ciel est serein : mais, lorsqu'il est chargé de nuages, la plus violente action du vent est à la hauteur de ces nuages, qui sont plus denses que l'air, puisqu'ils tombent en forme de pluie ou de grêle. On doit donc dire que la force du vent doit s'estimer, non-seulement par sa vitesse, mais aussi par la densité de l'air, de quelque cause que puisse provenir cette densité, et qu'il doit arriver souvent qu'un vent qui n'aura pas plus de vitesse qu'un autre vent ne laissera pas de renverser des arbres et des édifices, uniquement parce que l'air poussé par ce vent sera plus dense. Ceci fait voir l'imperfection des machines qu'on a imaginées pour mesurer la vitesse du vent.

Les vent particuliers, soit qu'ils soient directs ou réfléchis, sont plus violents que les vents généraux. L'action interrompue des vents de terre dépend de cette compression de l'air, qui rend chaque bouffée beaucoup plus violente qu'elle ne le serait si le vent soufflait uniformément; quelque fort que soit un vent continu, il ne causera jamais les désastres que produit la fureur de ces vents qui soufflent, pour ainsi dire, par accès : nous en donnerons des exemples dans l'article qui suit.

On pourrait considérer les vents et leurs différentes directions sous des points de vue généraux, dont on ne tirerait peut-être des inductions utiles : par exemple, il me paraît qu'on pourrait diviser les vents par zones; que le vent d'est, qui s'étend à environ vingt-cinq ou trente degrés de chaque côté de l'équateur, doit être regardé comme exerçant son action tout autour du globe dans la zone torride; le vent de nord souffle presque aussi constamment dans la zone froide que le vent d'est dans la zone torride, et on a reconnu qu'à la Terre de Feu et dans les endroits les moins éloignés du pôle austral où l'on est parvenu, le vent vient aussi du pôle. Ainsi, l'on peut dire que le vent d'est occupant la zone torride, les vents du nord occupent les zones froides, et, à l'égard des zones tempérées, les vents qui y règnent ne sont, pour ainsi dire, que des courants d'air, dont le mouvement est composé de ceux de ces deux vents principaux qui doivent produire tous les vents dont la direction tend à l'occident; et, à l'égard des vents d'ouest, dont la direction tend à l'orient, et qui règnent souvent dans la zone tempérée, soit dans la mer Pacifique, soit dans l'océan Atlantique, on peut les regarder comme des vents réfléchis par les terres de l'Asie et de l'Amérique, mais dont la

première origine est due aux vents d'est et de nord.

Quoique nous ayons dit que, généralement parlant, le vent d'est règne tout autour du globe à environ vingt-cinq ou trente degrés de chaque côté de l'équateur, il est cependant vrai que dans quelques endroits il s'étend à une bien moindre distance, et que sa direction n'est pas partout de l'est à l'ouest; car, en deçà de l'équateur, il est un peu est-nord-est, et au delà de l'équateur, il est sud-est; et plus on s'éloigne de l'équateur, soit au nord, soit au sud, plus la direction du vent est oblique: l'équateur est la ligne sous laquelle la direction du vent de l'est à l'ouest est la plus exacte. Par exemple, dans l'océan Indien, le vent général d'orient en occident ne s'étend guère au delà de quinze degrés: en allant de Goa au cap de Bonne-Espérance, on ne trouve ce vent d'est qu'au delà de l'équateur, environ au douzième degré de latitude sud, et il ne se fait pas sentir en deçà de l'équateur: mais, lorsqu'on est arrivé à ce douzième degré de latitude sud, on a ce vent jusqu'au vingt-huitième degré de latitude sud. Dans la mer qui sépare l'Afrique de l'Amérique, il y a un intervalle qui est depuis le quatrième degré de latitude nord, jusqu'au dixième ou onzième degré de latitude nord, où ce vent général n'est pas sensible, mais au delà de ce dixième ou onzième degré, ce vent règne et s'étend jusqu'au trentième degré.

Il y a aussi beaucoup d'exceptions à faire au sujet des vents moussons, dont le mouvement est alternatif: les uns durent plus ou moins longtemps, les autres s'étendent à de plus grandes ou à de moindres distances, les autres sont plus ou moins réguliers, plus ou moins violents. Nous rapporterons ici, d'après Varenius, les principaux phénomènes de ces vents. « Dans l'océan « Indien, entre l'Afrique et l'Inde jusqu'aux « Moluques, les vents d'est commencent à ré« gner au mois de janvier, et durent jusqu'au « commencement de juin; au mois d'août ou de « septembre, commence le mouvement con« traire, et les vents d'ouest règnent pendant « trois ou quatre mois; dans l'intervalle de ces « moussons, c'est-à-dire à la fin de juin, au mois « de juillet et au commencement d'août, il n'y « a sur cette mer aucun vent fait, et on éprouve « de violentes tempêtes qui viennent du septen« trion.

« Ces vents sont sujets à de plus grandes va« riations en approchant des terres; car les vais« seaux ne peuvent partir de la côte de Malabar, « non plus que des autres ports de la côte occi« dentale de la presqu'île de l'Inde, pour aller en « Afrique, en Arabie, en Perse, etc., que depuis « le mois de janvier jusqu'au mois d'avril ou « de mai: car, dès la fin de mai et pendant les « mois de juin, de juillet et d'août, il se fait de « si violentes tempêtes par les vents de nord « ou de nord-est, que les vaisseaux ne peuvent « tenir à la mer; au contraire, de l'autre côté « de cette presqu'île, c'est-à-dire sur la mer qui « baigne la côte de Coromandel, on ne connaît « point ces tempêtes.

« On part de Java, de Ceylan et de plusieurs « endroits, au mois de septembre, pour aller « aux îles Moluques, parce que le vent d'occi« dent commence alors à souffler dans ces pa« rages; cependant, lorsqu'on s'éloigne de l'é« quateur à quinze degrés de latitude australe, « on perd ce vent d'ouest, et on retrouve le « vent général, qui est dans cet endroit un vent « de sud-est. On part de même de Cochin pour « aller à Malaca, au mois de mars, parce que « les vents d'ouest commencent à souffler dans « ce temps. Ainsi, ces vents d'occident se font « sentir en différents temps dans la mer des « Indes: on part, comme l'on voit, dans un « temps pour aller de Java aux Moluques, dans « un autre temps pour aller de Cochin à Ma« laca, dans un autre pour aller de Malaca à « la Chine, et encore dans un autre pour aller « de la Chine au Japon.

« A Banda, les vents d'occident finissent à la « fin de mars; il règne des vents variables et des « calmes pendant le mois d'avril; au mois de « mai, les vents d'orient recommencent avec une « grande violence. A Ceylan, les vents d'occident « commencent vers le milieu du mois de mars « et durent jusqu'au commencement d'octobre, « que reviennent les vents d'est, ou plutôt d'est« nord-est. A Madagascar, depuis le milieu d'a« vril jusqu'à la fin de mai, on a des vents de « nord et de nord-ouest; mais au mois de fé« vrier et de mars, ce sont des vents d'orient « et de midi. De Madagascar au cap de Bonne« Espérance, le vent du nord et les vents colla« téraux soufflent pendant les mois de mars et « d'avril. Dans le golfe de Bengale, le vent du « midi se fait sentir avec violence après le 20 « d'avril; auparavant il règne dans cette mer « des vents de sud-ouest ou de nord-ouest. Les « vents d'ouest sont aussi très-violents dans la

« mer de la Chine pendant les mois de juin et de « juillet ; c'est aussi la saison la plus convenable « pour aller de la Chine au Japon : mais, pour « revenir du Japon à la Chine, ce sont les mois « de février et de mars qu'on préfère, parce que « les vents d'est ou de nord-est règnent alors « dans cette mer.

« Il y a des vents qu'on peut regarder comme « particuliers à de certaines côtes : par exemple, « le vend de sud est presque continuel sur les « côtes du Chili et du Pérou ; il commence au « quarante-sixième degré ou environ de latitude « sud, et il s'étend jusqu'au delà de Panama, « ce qui rend le voyage de Lima à Panama « beaucoup plus aisé à faire et plus court que « le retour. Les vents d'occident soufflent pres- « que continuellement, ou du moins très-fré- « quemment, sur les côtes de la terre Magella- « nique, aux environs du détroit de Lemaire ; « sur la côte de Malabar, les vents de nord et « de nord-ouest règnent presque continuelle- « ment ; sur la côte de Guinée, le vent de nord- « ouest est aussi fort fréquent, et à une certaine « distance de cette côte, en pleine mer, on re- « trouve le vent de nord-est ; les vents d'occident « règnent sur les côtes du Japon aux mois de « novembre et de décembre. »

Les vents alternatifs ou périodiques dont nous venons de parler sont des vents de mer ; mais il y a aussi des vents de terre qui sont périodiques, et qui reviennent, ou dans une certaine saison, ou à de certains jours, ou même à de certaines heures : par exemple, sur la côte de Malabar, depuis le mois de septembre jusqu'au mois d'avril, il souffle un vent de terre qui vient du côté de l'orient ; ce vent commence ordinairement à minuit et finit à midi, et il n'est plus sensible, dès qu'on s'éloigne à douze ou quinze lieues de la côte ; et depuis midi jusqu'à minuit il règne un vent de mer qui est fort faible, et qui vient de l'occident : sur la côte de la Nouvelle-Espagne en Amérique, et sur celle du Congo en Afrique, il règne des vents de terre pendant la nuit et des vents de mer pendant le jour : à la Jamaïque les vents soufflent de tous côtés à la fois pendant la nuit, et les vaisseaux ne peuvent alors y arriver sûrement, ni en sortir avant le jour.

En hiver, le port de Cochin est inabordable, il ne peut en sortir aucun vaisseau, parce que les vents y soufflent avec une telle impétuosité, que les bâtiments ne peuvent pas tenir à la mer, et que, d'ailleurs, le vent d'ouest qui y souffle avec fureur amène à l'embouchure du fleuve de Cochin une si grande quantité de sable, qu'il est impossible aux navires, et même aux barques, d'y entrer pendant six mois de l'année ; mais les vents d'est, qui soufflent pendant les six autres mois, repoussent ces sables dans la mer, et rendent libre l'entrée de la rivière. Au détroit de Babel-Mandel, il y a des vents de sud-est qui y règnent tous les ans dans la même saison, et qui sont toujours suivis des vents de nord-ouest. A Saint-Domingue, il y a deux vents différents qui s'élèvent régulièrement presque chaque jour : l'un, qui est un vent de mer, vient du côté de l'orient, et il commence à dix heures du matin ; l'autre, qui est un vent de terre et qui vient de l'occident, s'élève à six ou sept heures du soir et dure toute la nuit. Il y aurait plusieurs faits de cette espèce à tirer des voyageurs dont la connaissance pourrait peut-être nous conduire à donner une histoire des vents, qui serait un ouvrage très-utile pour la navigation et pour la physique.

ADDITIONS

A L'ARTICLE QUI A POUR TITRE :

DES VENTS RÉGLÉS.

Sur le vent réfléchi.

Je dois rapporter ici une observation qui me paraît avoir échappé à l'attention des physiciens, quoique tout le monde soit en état de la vérifier ; c'est que le vent réfléchi est plus violent que le vent direct, et d'autant plus qu'on est plus près de l'obstacle qui le renvoie. J'en ai fait nombre de fois l'expérience, en approchant d'une tour qui a près de cent pieds de hauteur et qui se trouve située au nord, à l'extrémité de mon jardin, à Montbard : lorsqu'il souffle un grand vent du midi, on se sent fortement poussé jusqu'à trente pas de la tour ; après quoi, il y a un intervalle de cinq ou six pas où l'on cesse d'être poussé, et où le vent, qui est réfléchi par la tour, fait, pour ainsi dire, équilibre avec le vent direct ; après cela, plus on approche de la tour et plus le vent qui en est réfléchi est violent ; il vous repousse en arrière avec beaucoup plus de force que le vent direct ne vous poussait en avant. La cause de cet effet, qui est général,

et dont on peut faire l'épreuve contre tous les grands bâtiments, contre les collines coupées à plomb, etc., n'est pas difficile à trouver. L'air dans le vent direct n'agit que par sa vitesse et sa masse ordinaire: dans le vent réfléchi, la vitesse est un peu diminuée, mais la masse est considérablement augmentée par la compression que l'air souffre contre l'obstacle qui le réfléchit; et, comme la quantité de tout mouvement est composée de la vitesse multipliée par la masse, cette quantité est bien plus grande après la compression qu'auparavant. C'est une masse d'air ordinaire, qui vous pousse dans le premier cas, et c'est une masse d'air une ou deux fois plus dense, qui vous repousse dans le second cas.

Sur l'état de l'air au-dessus des hautes montagnes.

Il est prouvé, par des observations constantes et mille fois réitérées, que plus on s'élève au-dessus du niveau de la mer ou des plaines, plus la colonne du mercure des baromètres descend, et que, par conséquent, le poids de la colonne d'air diminue d'autant plus qu'on s'élève plus haut; et, comme l'air est un fluide élastique et compressible, tous les physiciens ont conclu de ces expériences du baromètre, que l'air est beaucoup plus comprimé et plus dense dans les plaines, qu'il ne l'est au-dessus des montagnes. Par exemple, si le baromètre étant à vingt-sept pouces dans la plaine, tombe à dix-huit pouces au haut de la montagne, ce qui fait un tiers de différence dans le poids de la colonne d'air; on a dit que la compression de cet élément étant toujours proportionnelle au poids incombant, l'air du haut de la montagne est en conséquence d'un tiers moins dense que celui de la plaine, puisqu'il est comprimé par un poids moindre d'un tiers. Mais de fortes raisons me font douter de la vérité de cette conséquence, qu'on a regardée comme légitime et même naturelle.

Faisons, pour un moment, abstraction de cette compressibilité de l'air que plusieurs causes peuvent augmenter, diminuer, détruire ou compenser; supposons que l'atmosphère soit également dense partout: si son épaisseur n'était que de trois lieues, il est sûr qu'en s'élevant à une lieue, c'est-à-dire de la plaine au haut de la montagne, le baromètre, étant chargé d'un tiers de moins, descendrait de vingt-sept pouces à dix-huit. Or l'air, quoique compressible, me paraît être également dense à toutes les hauteurs, et voici les faits et les réflexions sur lesquels je fonde cette opinion.

1° Les vents sont aussi puissants, aussi violents au-dessus des plus hautes montagnes que dans les plaines les plus basses; tous les observateurs sont d'accord sur ce fait. Or, si l'air y était d'un tiers moins dense, leur action serait d'un tiers plus faible, et tous les vents ne seraient que des zéphyrs à une lieue de hauteur, ce qui est absolument contraire à l'expérience.

2° Les aigles et plusieurs autres oiseaux, non-seulement volent au sommet des plus hautes montagnes, mais même ils s'élèvent encore au-dessus à de grandes hauteurs. Or, je demande s'ils pourraient exécuter leur vol ni même se soutenir dans un fluide qui serait une fois moins dense, et si le poids de leurs corps, malgré tous leurs efforts, ne les ramènerait pas en bas?

3° Tous les observateurs qui ont grimpé au sommet des plus hautes montagnes conviennent qu'on y respire aussi facilement que partout ailleurs, et que la seule incommodité qu'on y ressente est celle du froid, qui augmente à mesure qu'on s'élève plus haut. Or, si l'air était d'un tiers moins dense au sommet des montagnes, la respiration de l'homme et des oiseaux qui s'élèvent encore plus haut serait non-seulement gênée, mais arrêtée, comme nous le voyons dans la machine pneumatique, dès qu'on en a pompé le quart ou le tiers de la masse de l'air contenu dans le récipient.

4° Comme le froid condense l'air autant que la chaleur le raréfie, et qu'à mesure qu'on s'élève sur les hautes montagnes, le froid augmente d'une manière très-sensible, n'est-il pas nécessaire que les degrés de la condensation de l'air suivent le rapport des degrés du froid? et cette condensation peut égaler et même surpasser celle de l'air des plaines, où la chaleur qui émane de l'intérieur de la terre est bien plus grande qu'au sommet des montagnes, qui sont les pointes les plus avancées et les plus refroidies de la masse du globe. Cette condensation de l'air par le froid, dans les hautes régions de l'atmosphère, doit donc compenser la diminution de densité produite par la diminution de la charge ou poids incombant, et par conséquent l'air doit être aussi dense sur les sommets froids des montagnes que dans les plaines. Je serais même porté à croire que l'air y est plus dense, puisqu'il semble que les vents y soient plus violents et que les oiseaux qui volent au-dessus de

ces sommets de montagnes semblent se soutenir dans les airs d'autant plus aisément qu'ils s'élèvent plus haut.

De là, je pense qu'on peut conclure que l'air libre est à peu près également dense à toutes les hauteurs, et que l'atmosphère aérienne ne s'étend pas à beaucoup près aussi haut qu'on l'a déterminée, en ne considérant l'air que comme une masse élastique, comprimée par le poids incumbant : ainsi, l'épaisseur totale de notre atmosphère pourrait bien n'être que de trois lieues, au lieu de quinze ou vingt, comme l'ont dit les physiciens [1].

Nous concevons à l'entour de la terre une première couche de l'atmosphère, qui est remplie des vapeurs qu'exhale ce globe, tant par sa chaleur propre que par celle du soleil. Dans cette couche, qui s'étend à la hauteur des nuages, la chaleur que répandent les exhalaisons du globe produit et soutient une raréfaction qui fait équilibre à la pression de la masse d'air supérieur, de manière que la couche basse de l'atmosphère n'est point aussi dense qu'elle le devrait être à proportion de la pression qu'elle éprouve : mais, à la hauteur où cette raréfaction cesse, l'air subit toute la condensation que celle que peut imprimer sur les régions inférieures, soutenues par la raréfaction, le poids des couches supérieures ; c'est du moins ce que celle que peut imprimer sur les régions inférieures, soutenues par la raréfaction, le poids des couches supérieures ; c'est du moins ce que semble prouver un autre phénomène, qui est la condensation et la suspension des nuages dans la couche élevée où nous les voyons se tenir. Au-dessous de cette moyenne région, dans laquelle le froid et la condensation commencent, les vapeurs s'élèvent sans être visibles, si ce n'est dans quelques circonstances où une partie de cette couche froide paraît se rabattre jusqu'à la surface de la terre, et où la chaleur émanée de la terre, éteinte pendant quelques moments par des pluies, se ranimant avec plus de force, les vapeurs s'épaississent à l'entour de nous en brumes et en brouillards : sans cela elles ne deviennent visibles que lorsqu'elles arrivent à cette région où le froid les condense en flocons, en nuages, et, par là même, arrête leur ascension ; leur gravité, augmentée à proportion qu'elles sont devenues plus denses, les établissant dans un équilibre qu'elles ne peuvent plus franchir. On voit que les nuages sont généralement plus élevés en été, et constamment encore plus élevés dans les climats chauds ; c'est que, dans cette saison et dans ces climats, la couche de l'évaporation de la terre a plus de hauteur : au contraire, dans les plages glaciales des pôles, où cette évaporation de la chaleur du globe est beaucoup moindre, la couche dense de l'air paraît toucher à la surface de la terre et y retenir les nuages qui ne s'élèvent plus, et enveloppent ces parages d'une brume perpétuelle.

Sur quelques vents qui varient régulièrement.

Il y a de certains climats et de certaines contrées particulières où les vents varient, mais constamment et régulièrement ; les uns au bout de six mois, les autres après quelques semaines, et enfin d'autres du jour à la nuit ou du soir au matin. J'ai dit, dans ce volume, page 227, *qu'à Saint-Domingue il y a deux vents différents, qui s'élèvent régulièrement presque chaque jour ; que l'un est un vent de mer qui vient de l'orient, et que l'autre est un vent de terre qui vient de l'occident.* M. Fresnaye m'a écrit que je n'avais pas été exactement informé. « Les deux vents réguliers, dit-il, qui soufflent « à Saint-Domingue, sont tous deux des vents « de mer, et soufflent l'un de l'est le matin, et « l'autre de l'ouest le soir, qui n'est que le même « vent renvoyé ; comme il est évident que c'est « le soleil qui le cause, il y a un moment de « bourrasque que tout le monde remarque entre une heure et deux l'après-midi. Lorsque le « soleil a décliné, raréfiant l'air de l'ouest, il « chasse dans l'est les nuages que le vent du « matin avait confinés dans la partie opposée. « Ce sont ces nuages renvoyés, qui, depuis avril « et mai jusque vers l'automne, donnent dans « la partie du Port-au-Prince les pluies réglées « qui viennent constamment de l'est. Il n'y a « pas d'habitant qui ne prédise la pluie du soir « entre six et neuf heures, lorsque, suivant leur « expression, *la brise a été renvoyée.* Le vent

[1] Albazen, par la durée des crépuscules, a prétendu que la hauteur de l'atmosphère est de 44331 toises. Képler, par cette même durée, lui donne 41110 toises.

M. de la Hire, en parlant de la réfraction horizontale de 32 minutes, établit le terme moyen de la hauteur de l'atmosphère à 34585 toises.

M. Mariotte, par ses expériences sur la compressibilité de l'air, donne à l'atmosphère plus de 30 mille toises.

Cependant, en ne prenant pour l'atmosphère que la partie de l'air où s'opère la réfraction, ou du moins presque la totalité de la réfraction, M. Bouguer ne trouve que 5158 toises, c'est-à-dire deux lieues et demie ou trois lieues ; et je crois ce résultat plus certain et mieux fondé que tous les autres.

« d'ouest ne dure pas toute la nuit, il tombe ré-« gulièrement vers le soir; et c'est lorsqu'il a « cessé, que les nuages poussés à l'orient ont la « liberté de tomber, dès que leur poids excède « un pareil volume d'air : le vent que l'on sent « la nuit est exactement un vent de terre, qui « n'est ni de l'est ni de l'ouest, mais dépend de « la projection de la côte. Au Port-au-Prince, « ce vent du midi est d'un froid intolérable « dans les mois de janvier et de février : comme « il traverse la ravine de la rivière froide, il y « est modifié[1]. »

Sur les lavanges.

Dans les hautes montagnes, il y a des vents accidentels qui sont produits par des causes particulières, et notamment par les lavanges. Dans les Alpes, aux environs des glacières, on distingue plusieurs espèces de lavanges. Les unes sont appelées *lavanges venteuses*, parce qu'elles produisent un grand vent; elles se forment lorsqu'une neige nouvellement tombée vient à être mise en mouvement, soit par l'agitation de l'air, soit en fondant par-dessous, au moyen de la chaleur intérieure de la terre : alors la neige se pelotonne, s'accumule et tombe en coulant en grosses masses vers le vallon; ce qui cause une grande agitation dans l'air, parce qu'elle coule avec rapidité et en très-grand volume; et les vents que ces masses produisent sont si impétueux qu'ils renversent tout ce qui s'oppose à leur passage, jusqu'à rompre de gros sapins. Ce lavanges couvrent d'une neige très-fine tout le terrain auquel elles peuvent atteindre, et cette poudre de neige voltige dans l'air au caprice des vents, c'est-à-dire sans direction fixe; ce qui rend ces neiges dangereuses pour les gens qui se trouvent alors en campagne, parce qu'on ne sait pas trop de quel côté tourner pour les éviter, car, en peu de moments, on se trouve enveloppé et même entièrement enfoui dans la neige.

Une autre espèce de lavanges, encore plus dangereuses que les premières, sont celles que les gens du pays appellent *schlaglauwen*, c'est-à-dire *lavanges frappantes;* elles ne surviennent pas aussi rapidement que les premières, et néanmoins elles renversent tout ce qui se trouve sur leur passage, parce qu'elles entraînent avec elles une grande quantité de terre de pierres, de cailloux, et même des arbres tout entiers; en sorte qu'en passant et en arrivant dans le vallon, elles tracent un chemin de destruction en écrasant tout ce qui s'oppose à leur passage. Comme elles marchent moins rapidement que les lavanges qui ne sont que de neige, on les évite plus aisément : elles s'annoncent de loin, car elles ébranlent, pour ainsi dire, les montagnes et les vallons par leur poids et leur mouvement, qui causent un bruit égal à celui du tonnerre.

Au reste, il ne faut qu'une très-petite cause pour produire ces terribles effets; il suffit de quelques flocons de neige tombés d'un arbre ou d'un rocher, ou même du son des cloches, du bruit d'une arme à feu, pour que quelques portions de neige se détachent du sommet, se pelotonnent et grossissent en descendant jusqu'à devenir une masse aussi grosse qu'une petite montagne.

Les habitants des contrées sujettes aux lavanges ont imaginé des précautions pour se garantir de leurs effets; ils placent leurs bâtiments contre quelques petites éminences qui puissent rompre la force de la lavange : ils plantent aussi des bois derrière leurs habitations; on peut voir au mont Saint-Gothard une forêt de forme triangulaire, dont l'angle aigu est tourné vers le mont, et qui semble plantée exprès pour détourner les lavanges et les éloigner du village d'Urseren et des bâtiments situés au pied de la montagne; et il est défendu, sous de grosses peines, de toucher à cette forêt, qui est, pour ainsi dire, la sauvegarde du village. On voit de même, dans plusieurs autres endroits, des murs de précaution dont l'angle aigu est opposé à la montagne, afin de rompre et détourner les lavanges; il y a une muraille de cette espèce à Davis, au pays des Grisons, au-dessus de l'église du milieu, comme aussi vers les bains de Leuk ou Louache en Valais. On voit dans ce même pays des Grisons et dans quelques autres endroits, dans les gorges de montagnes, des voûtes de distance en distance, placées à côté du chemin et taillées dans le roc, qui servent aux passagers de refuge contre les lavanges[1].

[1] Note communiquée à M. de Buffon par M. Fresnaye.

[1] Histoire naturelle helvétique, par Scheuchzer, tome I, page 155 et suivantes.

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE XV.

DES VENTS IRRÉGULIERS, DES OURAGANS, DES TROMBES, ET DE QUELQUES AUTRES PHÉNOMÈNES CAUSÉS PAR L'AGITATION DE LA MER ET DE L'AIR.

Les vents sont plus irréguliers sur terre que sur mer, et plus irréguliers dans les pays élevés que dans les pays de plaines. Les montagnes non-seulement changent la direction des vents, mais même elles en produisent qui sont ou constants ou variables, suivant les différentes causes : la fonte des neiges qui sont au-dessus des montagnes produit ordinairement des vents constants, qui durent quelquefois assez longtemps ; les vapeurs qui s'arrêtent contre les montagnes et qui s'y accumulent produisent des vents variables, qui sont très-fréquents dans tous les climats, et il y a autant de variations dans ces mouvements de l'air qu'il y a d'inégalités sur la surface de la terre. Nous ne pouvons donc donner sur cela que des exemples, et rapporter les faits qui sont avérés ; et, comme nous manquons d'observations suivies sur la variation des vents, et même sur celle des saisons dans les différents pays, nous ne prétendons pas expliquer toutes les causes de ces différences, et nous nous bornerons à indiquer celles qui nous paraîtront les plus naturelles et les plus probables.

Dans les détroits, sur toutes les côtes avancées, à l'extrémité et aux environs de tous les promontoires, des presqu'îles et des caps, et dans tous les golfes étroits, les orages sont fréquents; mais il y a, outre cela, des mers beaucoup plus orageuses que d'autres. L'océan Indien, la mer du Japon, la mer Magellanique, celle de la côte d'Afrique au delà des Canaries, et de l'autre côté, vers la terre de Natal, la mer Rouge, la mer Vermeille, sont toutes fort sujettes aux tempêtes. L'océan Atlantique est aussi plus orageux que le grand Océan, qu'on a appelé, à cause de sa tranquillité, *mer Pacifique* : cependant cette mer Pacifique n'est absolument tranquille qu'entre les tropiques, et jusqu'au quart environ des zones tempérées : et plus on approche des pôles, plus elle est sujette à des vents variables, dont le changement subit cause souvent des tempêtes.

Tous les continents terrestres sont sujets à des vents variables, qui produisent souvent des effets singuliers: dans le royaume de Cachemire, qui est environné des montagnes du Caucase, on éprouve, à la montagne Pire-Penjale, des changements soudains ; on passe, pour ainsi dire, de l'été à l'hiver en moins d'une heure : il y règne deux vents directement opposés, l'un de nord, et l'autre de midi, que, selon Bernier, on sent successivement en moins de deux cents pas de distance. La position de cette montagne doit être singulière, et mériterait d'être observée. Dans la presqu'île de l'Inde, qui est traversée du nord au sud par les montagnes de Gate, on a l'hiver d'un côté de ces montagnes, et l'été de l'autre côté dans le même temps, en sorte que sur la côte de Coromandel l'air est serein et tranquille, et fort chaud, tandis qu'à celle de Malabar, quoique sous la même latitude, les pluies, les orages, les tempêtes, rendent l'air aussi froid qu'il peut l'être dans ce climat; et au contraire, lorsqu'on a l'été à Malabar, on a l'hiver à Coromandel. Cette même différence se trouve des deux côtés du cap de Rasalgate en Arabie : dans la partie de la mer qui est au nord du cap il règne une grande tranquillité, tandis que dans la partie qui est au sud on éprouve de violentes tempêtes. Il en est encore de même dans l'île de Ceylan. l'hiver et les grands vents se font sentir dans la partie septentrionale de l'île, tandis que dans les parties méridionales il fait un très-beau temps d'été; et au contraire quand la partie septentrionale jouit de la douceur de l'été, la partie méridionale à son tour est plongée dans un air sombre, orageux et pluvieux. Cela arrive non-seulement dans plusieurs endroits du continent des Indes, mais aussi dans plusieurs îles : par exemple, à Céram, qui est une longue île dans le voisinage d'Amboine, on a l'hiver dans la partie septentrionale de l'île, et l'été en même temps dans la partie méridionale, et l'intervalle qui sépare les deux saisons n'est pas de trois ou quatre lieues.

En Égypte, il règne souvent pendant l'été des vents du midi, qui sont si chauds qu'ils empêchent la respiration; ils élèvent une si grande quantité de sable, qu'il semble que le

ciel est couvert de nuages épais ; ce sable est si fin, et il est chassé avec tant de violence, qu'il pénètre partout, et même dans les coffres les mieux fermés : lorsque ces vents durent plusieurs jours, ils causent des maladies épidémiques, et souvent elles sont suivies d'une grande mortalité. Il pleut très-rarement en Égypte : cependant tous les ans il y a quelques jours de pluie pendant les mois de décembre, janvier et février. Il s'y forme aussi des brouillards épais qui y sont plus fréquents que les pluies, surtout aux environs du Caire : ces brouillards commencent au mois de novembre, et continuent pendant l'hiver ; ils s'élèvent avant le lever du soleil ; pendant toute l'année, il tombe une rosée si abondante, lorsque le ciel est serein, qu'on pourrait la prendre pour une petite pluie.

Dans la Perse, l'hiver commence en novembre et dure jusqu'en mars : le froid y est assez fort pour y former de la glace, et il tombe beaucoup de neige dans les montagnes, et souvent un peu dans les plaines ; depuis le mois de mars jusqu'au mois de mai, il s'élève des vents qui soufflent avec force et qui ramènent la chaleur : du mois de mai au mois de septembre, le ciel est serein, et la chaleur de la saison est modérée pendant la nuit par des vents frais, qui s'élèvent tous les soirs, et qui durent jusqu'au lendemain matin ; et en automne il se fait des vents qui, comme ceux du printemps, soufflent avec force ; cependant, quoique ces vents soient assez violents, il est rare qu'ils produisent des ouragans et des tempêtes : mais il s'élève souvent pendant l'été, le long du golfe Persique, un vent très-dangereux, que les habitants appellent *samyel*, et qui est encore plus chaud et plus terrible que celui d'Égypte, dont nous venons de parler ; ce vent est suffoquant et mortel ; son action est presque semblable à celle d'un tourbillon de vapeur enflammée, et on ne peut en éviter les effets, lorsqu'on s'y trouve malheureusement enveloppé. Il s'élève aussi sur la mer Rouge, en été, et sur les terres de l'Arabie, un vent de même espèce, qui suffoque les hommes et les animaux, et qui transporte une si grande quantité de sable, que bien des gens prétendent que cette mer se trouvera comblée avec le temps par l'entassement successif des sables qui y tombent. Il y a souvent de ces nuées de sable en Arabie, qui obscurcissent l'air, et qui forment des tourbillons dangereux. A la Vera-Cruz, lorsque le vent du nord souffle, les maisons de la ville sont presque enterrées sous le sable qu'un vent pareil amène : il s'élève aussi des vents chauds en été à Négapatan dans la presqu'île de l'Inde, aussi bien qu'à Pétapouli et à Masulipatan. Ces vents brûlants, qui font périr les hommes, ne sont heureusement pas de longue durée ; mais ils sont violents ; et plus ils ont de vitesse, plus ils sont brûlants ; au lieu que tous les autres vents rafraîchissent d'autant plus qu'ils ont plus de vitesse. Cette différence ne vient que du degré de chaleur de l'air : tant que la chaleur de l'air est moindre que celle du corps des animaux, le mouvement de l'air est rafraîchissant ; mais, si la chaleur de l'air est plus grande que celle du corps, alors le mouvement de l'air ne peut qu'échauffer et brûler. A Goa, l'hiver, ou plutôt le temps des pluies et des tempêtes, est au mois de mai, de juin et de juillet ; sans cela, les chaleurs y seraient insupportables.

Le cap de Bonne-Espérance est fameux par ses tempêtes et par le nuage singulier qui les produit : ce nuage ne paraît d'abord que comme une petite tache ronde dans le ciel, et les matelots l'ont appelé *œil de bœuf* ; j'imagine que c'est parce qu'il se soutient à une très-grande hauteur, qu'il paraît si petit. De tous les voyageurs qui ont parlé de ce nuage, Kolbe me paraît être celui qui l'a examiné avec le plus d'attention : voici ce qu'il en dit, tome I, pages 224 et suivantes : « Le nuage qu'on voit sur les montagnes de la *Table*, ou du *Diable*, ou du *Vent*, « est composé, si je ne me trompe, d'une infinité de petites particules poussées premièrement contre les montagnes du Cap, qui « sont à l'est, par les vents d'est qui règnent « pendant presque toute l'année dans la zone « torride ; ces particules ainsi poussées sont arrêtées dans leur cours par ces hautes montagnes, et se ramassent sur leur côté oriental ; « alors elles deviennent visibles, et y forment « de petits monceaux ou assemblages de nuages, qui, étant incessamment poussés par le « vent d'est, s'élèvent au sommet de ces montagnes. Ils n'y restent pas longtemps tranquilles et arrêtés ; contraints d'avancer, ils s'engouffrent entre les collines qui sont devant « eux, où ils sont serrés et pressés comme dans « une manière de canal : le vent les presse au-dessous, et les côtés opposés des deux montagnes les retiennent à droite et à gauche. Lorsqu'en avançant toujours ils parviennent au

« pied de quelque montagne, où la campagne est « un peu plus ouverte, ils s'étendent, se déploient « et deviennent de nouveau invisibles; mais « bientôt ils sont chassés sur les montagnes par « les nouveaux nuages qui sont poussés derrière eux, et parviennent ainsi, avec beaucoup « d'impétuosité, sur les montagnes les plus hautes du Cap, qui sont celles du *Vent* et de la « *Table*, où règne alors un vent tout contraire : « là, il se fait un conflit affreux, ils sont poussés par derrière et repoussés par devant, ce « qui produit des tourbillons horribles, soit sur « les hautes montagnes dont je parle, soit dans « la vallée de la Table, où ces nuages voudraient « se précipiter. Lorsque le vent de nord-ouest a « cédé le champ de bataille, celui de sud-est « augmente et continue de souffler avec plus ou « moins de violence pendant son semestre; il « se renforce pendant que le nuage de l'œil de « bœuf est épais, parce que les particules qui « viennent s'y amasser par derrière s'efforcent « d'avancer; il diminue lorsqu'il est moins épais, « parce qu'alors moins de particules pressent « par derrière; il baisse entièrement lorsque le « nuage ne parait plus, parce qu'il n'y vient « plus de l'est de nouvelles particules, ou qu'il « n'en arrive pas assez; le nuage enfin ne se « dissipe point, ou plutôt parait toujours à peu « près de même grosseur, parce que de nouvelles matières remplacent par derrière celles « qui se dissipent par devant.

« Toutes ces circonstances du phénomène « conduisent à une hypothèse qui en explique « bien toutes les parties. 1° Derrière la montagne de la *Table* on remarque une espèce de « sentier ou une traînée de légers brouillards « blancs, qui, commençant sur la descente « orientale de cette montagne, aboutit à la mer « et occupe dans son étendue les montagnes de « *Pierre*. Je me suis très-souvent occupé à « contempler cette traînée, qui, suivant moi, « était causée par le passage rapide des particules dont je parle, depuis les montagnes de « *Pierre* jusqu'à celle de la *Table*.

« Ces particules, que je suppose, doivent être « extrêmement embarrassées dans leur marche « par les fréquents chocs et contre-chocs causés, non-seulement par les montagnes, mais « encore par les vents de sud et d'est qui règnent aux lieux circonvoisins du Cap; c'est « ici ma seconde observation. J'ai déjà parlé « des deux montagnes qui sont situées sur les « pointes de la baie *Falzo* ou fausse baie : l'une « s'appelle la *Lèvre pendante* et l'autre *Norwége*. Lorsque les particules que je conçois « sont poussées sur ces montagnes par les vents « d'est, elles en sont repoussées par les vents « de sud, ce qui les porte sur les montagnes « voisines; elles y sont arrêtées pendant quelque temps et y paraissent en nuages, comme « elles le faisaient sur les deux montagnes de « la baie *Falzo*, et même un peu davantage. « Ces nuages sont souvent fort épais sur la *Hollande* hottentote, sur les montagnes de *Stellenbosch*, de *Drakenstein* et de *Pierre*, mais « surtout sur la montagne de la *Table* et sur « celle du *Diable*.

« Enfin ce qui confirme mon opinion est que, « constamment deux ou trois jours avant que « les vents du sud-est soufflent, on aperçoit sur « la *Tête du lion* de petits nuages noirs qui la « couvrent; ces nuages sont, suivant moi, composés des particules dont j'ai parlé : si le vent « du nord-ouest règne encore lorsqu'elles arrivent, elles sont arrêtées dans leur course; « mais elles ne sont jamais chassées fort loin « jusqu'à ce que le vent de sud-est commence. »

Les premiers navigateurs qui ont approché du cap de Bonne-Espérance ignoraient les effets de ces nuages funestes, qui semblent se former lentement, tranquillement et sans aucun mouvement sensible dans l'air, et qui tout d'un coup lancent la tempête et causent un orage qui précipite les vaisseaux dans le fond de la mer, surtout lorsque les voiles sont déployées. Dans la terre de Natal, il se forme aussi un petit nuage semblable à l'œil de bœuf du cap de Bonne-Espérance, et de ce nuage il sort un vent terrible et qui produit les mêmes effets. Dans la mer qui est entre l'Afrique et l'Amérique, surtout sous l'équateur et dans les parties voisines de l'équateur, il s'élève très-souvent de ces espèces de tempêtes. Près de la côte de Guinée il se fait quelquefois trois ou quatre de ces orages en un jour : ils sont causés et annoncés, comme ceux du cap de Bonne-Espérance, par de petits nuages noirs; le reste du ciel est ordinairement fort serein, et la mer tranquille. Le premier coup de vent qui sort de ces nuages est furieux, et ferait périr les vaisseaux en pleine mer, si l'on ne prenait pas auparavant la précaution de caler les voiles. C'est principalement aux mois d'avril, de mai et de juin, qu'on éprouve ces tempêtes sur la mer de Gui-

née, parce qu'il n'y règne aucun vent réglé dans cette saison; et plus bas, en descendant à Loango, la saison de ces orages sur la mer voisine des côtes de Loango, est celle des mois de janvier, février, mars et avril. De l'autre côté de l'Afrique, au cap de Guardafui, il s'élève de ces espèces de tempêtes au mois de mai, et les nuages qui les produisent sont ordinairement au nord, comme ceux du cap de Bonne-Espérance.

Toutes ces tempêtes sont donc produites par des vents qui sortent d'un nuage, et qui ont une direction, soit du nord au sud, soit du nord-est au sud-ouest, etc.: mais il y a d'autres espèces de tempêtes que l'on appelle des ouragans, qui sont encore plus violentes que celles-ci, et dans lesquelles les vents semblent venir de tous les côtés; ils ont un mouvement de tourbillon et de tournoiement auquel rien ne peut résister. Le calme précède ordinairement ces horribles tempêtes, et la mer paraît alors aussi unie qu'une glace; mais dans un instant la fureur des vents élève les vagues jusqu'aux nues. Il y a des endroits dans la mer où l'on ne peut pas aborder, parce qu'alternativement il y a toujours ou des calmes ou des ouragans de cette espèce : les Espagnols ont appelé ces endroits calmes tornados. Les plus considérables sont auprès de la Guinée à deux ou trois degrés latitude nord : ils ont environ trois cents ou trois cent cinquante lieues de longueur sur autant de largeur, ce qui fait un espace de plus de cent mille lieues carrées. Le calme ou les orages sont presque continuels sur cette côte de Guinée, et il y a des vaisseaux qui y ont été retenus trois mois sans pouvoir en sortir.

Lorsque les vents contraires arrivent à la fois dans le même endroit, comme à un centre, ils produisent ces tourbillons et ces tournoiements d'air par la contrariété de leur mouvement, comme les courants contraires produisent dans l'eau des gouffres et des tournoiements : mais lorsque ces vents trouvent en opposition d'autres vents qui contre-balancent de loin leur action, alors ils tournent autour d'un grand espace dans lequel il règne un calme perpétuel; et c'est ce qui forme les calmes dont nous parlons, et desquels il est souvent impossible de sortir. Ces endroits de la mer sont marqués sur les globes de Sénex, aussi bien que les directions des différents vents qui règnent ordinairement dans toutes les mers. A la vérité, je serais porté à croire que la contrariété seule des vents ne pourrait pas produire cet effet, si la direction des côtes et la forme particulière du fond de la mer, dans ces endroits, n'y contribuaient pas; j'imagine donc que les courants causés en effet par les vents, mais dirigés par la forme des côtes et des inégalités du fond de la mer, viennent tous aboutir dans ces endroits, et que leurs directions opposées et contraires forment les tornados en question, dans une plaine environnée de tous côtés d'une chaîne de montagnes.

Les gouffres ne paraissent être autre chose que des tournoiements d'eau causés par l'action de deux ou de plusieurs courants opposés. L'Euripe, si fameux par la mort d'Aristote, absorbe et rejette alternativement les eaux sept fois en vingt-quatre heures : ce gouffre est près des côtes de la Grèce. Le Charybde, qui est près du détroit de Sicile, rejette et absorbe les eaux trois fois en vingt-quatre heures. Au reste, on n'est pas trop sûr du nombre de ces alternatives de mouvement dans ces gouffres. Le docteur Placentia, dans son traité qui a pour titre l'*Egeo redivivo*, dit que l'Euripe a des mouvements irréguliers pendant dix-huit ou dix-neuf jours de chaque mois, et des mouvements réguliers pendant onze jours; qu'ordinairement il ne grossit que d'un pied et rarement de deux pieds; il dit aussi que les auteurs ne s'accordent pas sur le flux et le reflux de l'Euripe; que les uns disent qu'il se fait deux fois, d'autres sept, d'autres onze, d'autres douze, d'autres quatorze fois en vingt-quatre heures; mais que *Loirius* l'ayant examiné de suite pendant un jour entier, il l'avait observé à chaque six heures d'une manière évidente et avec un mouvement si violent, qu'à chaque fois il pouvait faire tourner alternativement les roues d'un moulin.

Le plus grand gouffre que l'on connaisse est celui de la mer de Norwége; on assure qu'il a plus de vingt lieues de circuit; il absorbe pendant six heures tout ce qui est dans son voisinage, l'eau, les baleines, les vaisseaux, et rend ensuite pendant autant de temps tout ce qu'il a absorbé.

Il n'est pas nécessaire de supposer dans le fond de la mer des trous et des abîmes qui engloutissent continuellement les eaux, pour rendre raison de ces gouffres; on sait que quand l'eau a deux directions contraires, la composition de ces mouvements produit un tournoie-

ment circulaire, et semble former un vide dans le centre de ce mouvement, comme on peut l'observer dans plusieurs endroits auprès des piles qui soutiennent les arches des ponts, surtout dans les rivières rapides : il en est de même des gouffres de la mer ; ils sont produits par le mouvement de deux ou de plusieurs courants contraires ; et, comme le flux et le reflux sont la principale cause des courants, en sorte que pendant le flux ils sont dirigés d'un côté, et que pendant le reflux ils vont en sens contraire, il n'est pas étonnant que les gouffres qui résultent de ces courants attirent et engloutissent pendant quelques heures tout ce qui les environne, et qu'ils rejettent ensuite pendant tout autant de temps tout ce qu'ils ont absorbé.

Les gouffres ne sont donc que des tournoiements d'eau qui sont produits par des courants opposés, et les ouragans ne sont que des tourbillons ou tournoiements d'air produits par des vents contraires : ces ouragans sont communs dans la mer de la Chine et du Japon : dans celle des îles Antilles et en plusieurs autres endroits de la mer, surtout auprès des terres avancées et des côtes élevées ; mais ils sont encore plus fréquents sur la terre, et les effets en sont quelquefois prodigieux. « J'ai vu, dit Bellarmin, je « ne le croirais pas si je ne l'eusse pas vu, une « fosse énorme creusée par le vent, et toute la « terre de cette fosse emportée sur un village, « en sorte que l'endroit d'où la terre avait été « enlevée paraissait un trou épouvantable, et « que le village fut entièrement enterré par « cette terre transportée. » *Bellarminus, de ascensu mentis in Deum*. On peut voir dans l'histoire de l'Académie des Sciences, et dans les Transactions Philosophiques, le détail des effets de plusieurs ouragans qui paraissent inconcevables, et qu'on aurait de la peine à croire, si les faits n'étaient attestés par un grand nombre de témoins oculaires, véridiques et intelligents.

Il en est de même des trombes que les navigateurs ne voient jamais sans crainte et sans admiration. Ces trombes sont fort fréquentes auprès de certaines côtes de la Méditerranée, surtout lorsque le ciel est fort couvert, et que le vent souffle en même temps de plusieurs côtés; elles sont plus communes près des caps de Laodicée, de Grecgo et de Carmel, que dans les autres parties de la Méditerranée. La plupart de ces trombes sont autant de cylindres d'eau qui tombent des nues, quoiqu'il semble quelquefois, surtout quand on est à quelque distance, que l'eau de la mer s'élève en haut. Voyez les *Voyages de Schaw*, *vol*. II, *p*. 56.

Mais il faut distinguer deux espèces de trombes. La première, qui est la trombe dont nous venons de parler, n'est autre chose qu'une nuée épaisse, comprimée, resserrée et réduite en un petit espace par des vents opposés et contraires, lesquels, soufflant en même temps de plusieurs côtés, donnent à la nuée la forme d'un tourbillon cylindrique, et font que l'eau tombe tout à la fois sous cette forme cylindrique ; la quantité d'eau est si grande et la chute en est si précipitée, que si malheureusement une de ces trombes tombait sur un vaisseau, elle le briserait et le submergerait dans un instant. On prétend, et cela pourrait être fondé, qu'en tirant sur la trombe plusieurs coups de canons chargés à boulets, on la rompt, et que cette commotion de l'air la fait cesser assez promptement : cela revient à l'effet des cloches qu'on sonne pour écarter les nuages qui portent le tonnerre et la grêle.

L'autre espèce de trombe s'appelle typhon; et plusieurs auteurs ont confondu le typhon avec l'ouragan, surtout en parlant des tempêtes de la mer de la Chine, qui est en effet sujette à tous deux : cependant ils ont des causes bien différentes. Le typhon ne descend pas des nuages comme la première espèce de trombe ; il n'est pas uniquement produit par le tournoiement des vents, comme l'ouragan : il s'élève de la mer vers le ciel avec une grande violence; et, quoique ces typhons ressemblent aux tourbillons qui s'élèvent sur la terre en tournoyant, ils ont une autre origine. On voit souvent, lorsque les vents sont violents et contraires, les ouragans élever des tourbillons de sable, de terre, et souvent ils enlèvent et transportent dans ce tourbillon les maisons, les arbres, les animaux. Les typhons de mer, au contraire, restent dans la même place, et ils n'ont pas d'autre cause que celle des feux souterrains; car la mer est alors dans une grande ébullition, et l'air est si fort rempli d'exhalaisons sulfureuses, que le ciel paraît caché d'une croûte couleur de cuivre, quoiqu'il n'y ait aucun nuage et qu'on puisse voir à travers ces vapeurs le soleil et les étoiles : c'est à ces feux souterrains qu'on peut attribuer la tiédeur de la mer de la Chine en hiver, où ces typhons sont très-fréquents.

(Voyez *Acta erud. Lips. Supplem. tome* I, *page* 405.

Nous allons donner quelques exemples de la manière dont ils se produisent. Voici ce que dit Thévenot dans son Voyage du Levant : « Nous « vîmes des trombes dans le golfe Persique en« tre les îles Quésomo, Laréca et Ormus. Je « crois que peu de personnes ont considéré les « trombes avec toute l'attention que j'ai faite, « dans la rencontre dont je viens de parler, et « peut-être qu'on n'a jamais fait les remarques « que le hasard m'a donné lieu de faire ; je les « exposerai avec toute la simplicité dont je fais « profession dans tout le récit de mon voyage, « afin de rendre les choses plus sensibles et plus « aisées à comprendre.

« La première qui parut à nos yeux était du « côté du nord ou tramontane, entre nous et « l'île Quésomo, à la portée d'un fusil du vais« seau; nous avions alors la proue à grec levant « ou nord-est. Nous aperçûmes d'abord en cet « endroit l'eau qui bouillonnait et était élevée « de la surface de la mer d'environ un pied ; « elle était blanchâtre, et au-dessus paraissait « comme une fumée noire un peu épaisse, de « manière que cela ressemblait proprement à « un tas de paille où l'on aurait mis le feu, mais « qui ne ferait encore que fumer : cela faisait « un bruit sourd, semblable à celui d'un torrent « qui court avec beaucoup de violence dans un « profond vallon ; mais ce bruit était mêlé d'un « autre un peu plus clair, semblable à un fort « sifflement de serpents ou d'oies. Un peu après « nous vîmes comme un canal obscur qui avait « assez de ressemblance à une fumée qui va « montant aux nues en tournant avec beaucoup « de vitesse, et ce canal paraissait gros comme « le doigt, et le même bruit continuait toujours. « Ensuite la lumière nous en ôta la vue, et nous « connûmes que cette trombe était finie, parce « que nous vîmes que cette trombe ne s'élevait « plus, et ainsi la durée n'avait pas été de plus « d'un demi-quart d'heure. Celle-là finie, nous « en vîmes une autre du côté du midi, qui com« mença de la même manière qu'avait fait la « précédente; presque aussitôt il s'en fit une « semblable à côté de celle-ci vers le couchant, « et incontinent après une troisième à côté de « cette seconde : la plus éloignée des trois pou« vait être à portée du mousquet loin de nous ; « elles paraissaient toutes trois comme trois tas « de paille hauts d'un pied et demi ou de deux, « qui fumaient beaucoup, et faisaient même « bruit que la première. Ensuite, nous vîmes « tout autant de canaux qui venaient depuis les « nues sur ces endroits où l'eau était élevée, et « chacun de ces canaux était large par le bout « qui tenait à la nue, comme le large bout d'une « trompette, et faisait la même figure (pour « l'expliquer intelligiblement) que peut faire la « mamelle ou la tette d'un animal tirée perpen« diculairement par quelque poids. Ces canaux « paraissaient blancs d'une blancheur blafarde, « et je crois que c'était l'eau qui était dans ces « canaux transparents qui les faisait paraître « blancs : car apparemment ils étaient déjà for« més avant que de tirer l'eau, selon qu'on peut « juger par ce qui suit; et lorsqu'ils étaient vi« des, ils ne paraissaient pas, de même qu'un « canal de verre fort clair exposé au jour devant « nos yeux à quelque distance ne paraît pas « s'il n'est rempli de quelque liqueur teinte. Ces « canaux n'étaient pas droits, mais courbés en « quelques endroits; même ils n'étaient pas per« pendiculaires : au contraire, depuis les nues « où ils paraissaient entés jusqu'aux endroits « où ils tiraient l'eau, ils étaient fort inclinés; « et ce qui est de plus particulier, c'est que la « nue où était attachée la seconde de ces trois, « ayant été chassée du vent, ce canal la suivit « sans se rompre et sans quitter le lieu où il « tirait l'eau, et passant derrière le canal de la « première, ils furent quelque temps croisés « comme en sautoir, ou en croix de Saint-An« dré. Au commencement ils étaient tous trois « gros comme le doigt, si ce n'est auprès de la « nue qu'ils étaient plus gros, comme j'ai déjà « remarqué; mais dans la suite, celui de la « première de ces trois se grossit considérable« ment : pour ce qui est des deux autres, je « n'en ai autre chose à dire; car la dernière for« mée ne dura guère davantage qu'avait duré « celle que nous avions vue du côté du nord. « La seconde, du côté du midi, dura environ un « quart d'heure : mais la première de ce même « côté dura un peu davantage, et ce fut celle « qui nous donna le plus de crainte ; et c'est de « celle-là qu'il me reste encore quelque chose à « dire. D'abord son canal était gros comme le « doigt, ensuite il se fit gros comme le bras, et « après comme la jambe, et enfin comme un « gros tronc d'arbre, autant qu'un homme « pourrait embrasser. Nous voyions distincte« ment au travers de ce corps transparent l'eau

« qui montait en serpentant un peu, et quelquefois il diminuait un peu de grosseur, tantôt par le haut et tantôt par le bas : pour lors il ressemblait justement à un boyau rempli de quelque matière fluide que l'on presserait avec les doigts, ou par haut, pour faire descendre cette liqueur, ou par bas pour la faire monter; et je me persuadai que c'était la violence du vent qui faisait ces changements, faisant monter l'eau fort vite lorsqu'il pressait le canal par le bas, et la faisant descendre lorsqu'il le pressait par le haut. Après cela, il diminua tellement de grosseur, qu'il était plus menu que le bras, comme un boyau qu'on allonge en le tirant perpendiculairement; ensuite il retourna gros comme la cuisse; après il redevint fort menu : enfin, je vis que l'eau élevée sur la superficie de la mer commençait à s'abaisser, et le bout du canal qui lui touchait s'en sépara et s'étrécit, comme si on l'eût lié, et alors la lumière qui nous parut par le moyen d'un nuage qui se détourna, m'en ôta la vue. Je ne laissai pas de regarder encore quelque temps si je ne le reverrais point, parce que j'avais remarqué que, par trois ou quatre fois, le canal de la seconde de ce même côté du midi nous avait paru se rompre par le milieu, et incontinent après nous le revoyions entier, et ce n'était que la lumière qui nous en cachait la moitié : mais j'eus beau regarder avec toute l'attention possible, je ne revis plus celui-ci, et il ne se fit plus de trombe, etc.

« Ces trombes sont fort dangereuses sur mer ; car, si elles viennent sur un vaisseau, elles se mêlent dans les voiles, en sorte que quelquefois elles l'enlèvent, et, le laissant ensuite retomber, elles le coulent à fond ; et cela arrive particulièrement quand c'est un petit vaisseau ou une barque : tout au moins, si elles n'enlèvent pas un vaisseau, elles rompent toutes les voiles, ou bien laissent tomber dedans toute l'eau qu'elles tiennent; ce qui le fait souvent couler à fond. Je ne doute point que ce ne soit par de semblables accidents que plusieurs des vaisseaux dont on n'a jamais eu de nouvelles ont été perdus, puisqu'il n'y a que trop d'exemples de ceux que l'on a su de certitude avoir péri de cette manière. »

Je soupçonne qu'il y a plusieurs illusions d'optique dans les phénomènes que ce voyageur nous raconte; mais j'ai été bien aise de rapporter les faits tels qu'il a cru les voir, afin qu'on puisse ou les vérifier, ou du moins les comparer avec ceux que rapportent les autres voyageurs. Voici la description qu'en donne le Gentil dans son Voyage autour du monde. « A onze heures du matin, l'air étant chargé de nuages, nous vîmes autour de notre vaisseau, à un quart de lieue environ de distance, six trombes de mer qui se formèrent avec un bruit sourd, semblable à celui que fait l'eau en coulant dans des canaux souterrains; ce bruit s'accrut peu à peu, et ressemblait au sifflement que font les cordages d'un vaisseau lorsqu'un vent impétueux s'y mêle. Nous remarquâmes d'abord l'eau qui bouillonnait, et qui s'élevait au-dessus de la surface de la mer d'environ un pied et demi; il paraissait au-dessus de ce bouillonnement un brouillard, ou plutôt une fumée épaisse d'une couleur pâle, et cette fumée formait une espèce de canal qui montait à la nue.

« Les canaux ou manches de ces trombes se pliaient selon que le vent emportait les nues auxquelles ils étaient attachés; et, malgré l'impulsion du vent, non-seulement ils ne se détachaient pas, mais encore il semblait qu'ils s'allongeassent pour les suivre, en s'étrécissant et se grossissant à mesure que la nuage s'élevait ou se baissait.

« Ces phénomènes nous causèrent beaucoup de frayeur, et nos matelots, au lieu de s'enhardir, fomentaient leur peur par les contes qu'ils débitaient. Si ces trombes, disaient-ils, viennent à tomber sur notre vaisseau, elles l'enlèveront, et, le laissant ensuite retomber, elles le submergeront. D'autres (et ceux-ci étaient les officiers) répondaient d'un ton décisif qu'elles n'enlèveraient pas le vaisseau, mais que, venant à le rencontrer sur leur route, cet obstacle romprait la communication qu'elles avaient avec l'eau de la mer, et qu'étant pleines d'eau, toute l'eau qu'elles renfermaient tomberait perpendiculairement sur le tillac du vaisseau et le briserait.

« Pour prévenir ce malheur, on amena les voiles, et on chargea le canon, les gens de mer prétendant que le bruit du canon, agitant l'air, fait crever les trombes et les dissipe : mais nous n'eûmes pas besoin de recourir à ce remède; quand elles eurent couru pendant dix minutes autour du vaisseau, les unes à

« un quart de lieue, les antres à une moindre « distance, nous vîmes que les canaux s'étré« cissaient peu à peu, qu'ils se détachèrent de « la superficie de la mer, et qu'enfin ils se dis« sipèrent. » *Tome I, page* 191.

Il paraît, par la description que ces deux voyageurs donnent des trombes, qu'elles sont produites, au moins en partie, par l'action d'un feu ou d'une fumée qui s'élève du fond de la mer avec une grande violence, et qu'elles sont fort différentes de l'autre espèce de trombe qui est produite par l'action des vents contraires, et par la compression forcée et la résolution subite d'un ou de plusieurs nuages, comme les décrit M. Shaw, *tome II, page* 56. « Les « trombes, dit-il, que j'ai eu occasion de voir « m'ont paru autant de cylindres d'eau qui « tombaient des nuées, quoique, par la réflexion « des colonnes qui descendent, ou par les gouttes « qui se détachent de l'eau qu'elles contiennent, « et qui tombent, il semble quelquefois, surtout « quand on en est à quelque distance, que l'eau « s'élève de la mer en haut. Pour rendre raison « de ce phénomène, on peut supposer que les « nuées étant assemblées dans un même en« droit par des vents opposés, ils les obligent, « en les pressant avec violence, de se condenser « et de descendre en tourbillons. »

Il reste beaucoup de faits à acquérir avant qu'on puisse donner une explication complète de ces phénomènes; il me paraît seulement que, s'il y a sous les eaux de la mer des terrains mêlés de soufre, de bitume et de minéraux, comme l'on n'en peut guère douter, on peut concevoir que ces matières, venant à s'enflammer, produisent une grande quantité d'air, comme en produit la poudre à canon; que cette quantité d'air nouvellement généré et prodigieusement raréfié, s'échappe et monte avec rapidité; ce qui doit élever l'eau et peut produire ces trombes qui s'élèvent de la mer vers le ciel: et de même, si, par l'inflammation des matières sulfureuses que contient un nuage, il se forme un courant d'air qui descende perpendiculairement du nuage vers la mer, toutes les parties aqueuses que contient le nuage peuvent suivre le courant d'air, et former une trombe qui tombe du ciel sur la mer. Mais il faut avouer que l'explication de cette espèce de trombe, non plus que celle que nous avons donnée par le tournoiement des vents et la compression des nuages, ne satisfait pas encore à tout; car on aura raison de nous demander pourquoi l'on ne voit pas plus souvent, sur la terre comme sur la mer, de ces espèces de trombes qui tombent perpendiculairement des nuages.

L'Histoire de l'Académie, 1727, fait mention d'une trombe de terre qui parut à Capestan, près de Béziers; c'était une colonne assez noire qui descendait d'une nue jusqu'à terre, et diminuait toujours de largeur en approchant de la terre, où elle se terminait en pointe; elle obéissait au vent qui soufflait de l'ouest au sud-ouest; elle était accompagnée d'une espèce de fumée fort épaisse et d'un bruit pareil à celui d'une mer fort agitée, arrachant quantité de rejetons d'olivier, déracinant des arbres et jusqu'à un gros noyer qu'elle transporta jusqu'à quarante ou cinquante pas, et marquant son chemin par une large trace bien battue, où trois carrosses de front auraient passé. Il parut une autre colonne de la même figure, mais qui se joignit bientôt à la première; et, après que le tout eut disparu, il tomba une grande quantité de grêle.

Cette espèce de trombe paraît être encore différente des deux autres: il n'est pas dit qu'elle contînt de l'eau, et il semble, tant par ce que je viens d'en rapporter, que par l'explication qu'en a donnée M. Andoque, lorsqu'il a fait part de l'observation de ce phénomène à l'Académie, que cette trombe n'était qu'un tourbillon de vent épaissi et rendu visible par la poussière et les vapeurs condensées qu'il contenait. (Voy. l'*Hist. de l'Acad.*, 1727, *pag.* 4 et *suiv.*) Dans la même histoire, 1741, il est parlé d'une trombe vue sur le lac de Genève: c'était une colonne dont la partie supérieure aboutissait à un nuage assez noir, et dont la partie inférieure, qui était plus étroite, se terminait un peu au-dessus de l'eau. Ce météore ne dura que quelques minutes; et, dans le moment qu'il se dissipa, on aperçut une vapeur épaisse qui montait de l'endroit où il avait paru, et là même, les eaux du lac bouillonnaient et semblaient faire effort pour s'élever. L'air était fort calme pendant le temps que parut cette trombe; et lorsqu'elle se dissipa, il ne s'ensuivit ni vent ni pluie. « Avec tout ce que « nous savons déjà, » dit l'historien de l'Académie, « sur les trombes marines, ne serait-ce « pas une preuve de plus qu'elles ne se forment « point par le seul conflit des vents, et qu'elles « sont presque toujours produites par quelque « éruption de vapeurs souterraines ou même de

« volcans, dont on sait d'ailleurs que le fond « de la mer n'est pas exempt? Les tourbillons « d'air et les ouragans, qu'on croit communé- « ment être la cause de ces sortes de phéno- « mènes, pourraient donc bien n'en être que « l'effet ou une suite accidentelle. » (Voyez l'*Histoire de l'Académie*, 1741, *page* 20.)

ADDITIONS

À L'ARTICLE QUI A POUR TITRE,

DES VENTS IRRÉGULIERS, DES TROMBES, ETC.

Sur la violence des vents du midi dans quelques contrées septentrionales.

Les voyageurs russes ont observé qu'à l'entrée du territoire de Milim, il y a sur le bord de la Lena, à gauche, une grande plaine entièrement couverte d'arbres renversés, et que tous ces arbres sont couchés du sud au nord en ligne droite, sur une étendue de plusieurs lieues; en sorte que tout ce district, autrefois couvert d'une épaisse forêt, est aujourd'hui jonché d'arbres dans cette même direction du sud au nord. Cet effet des vents méridionaux dans le nord a aussi été remarqué ailleurs.

Dans le Groënland, principalement en automne, il règne des vents si impétueux, que les maisons s'en ébranlent et se fendent; les tentes et les bateaux en sont emportés dans les airs. Les Groënlandais assurent même que, quand ils veulent sortir pour mettre leurs canots à l'abri, ils sont obligés de ramper sur le ventre, de peur d'être le jouet des vents. En été, on voit s'élever de semblables tourbillons, qui bouleversent les flots de la mer, et font pirouetter les bateaux. Les plus fières tempêtes viennent du sud, tournent au nord et s'y calment : c'est alors que la glace des baies est enlevée de son lit et se disperse sur la mer en monceaux.

Sur les trombes.

M. de la Nux, que j'ai déjà eu occasion de citer plusieurs fois dans mon ouvrage, et qui a demeuré plus de quarante ans dans l'île de Bourbon, s'est trouvé à portée de voir un grand nombre de trombes, sur lesquelles il a bien voulu me communiquer ses observations, que je crois devoir donner ici par extrait.

Les trombes que cet observateur a vues se sont formées, 1° dans des jours calmes et des intervalles de passage du vent de la partie du nord à celle du sud, quoiqu'il en ait vu une qui s'est formée avant ce passage du vent à l'autre, et dans le courant même d'un vent de nord, c'est-à-dire assez longtemps avant que ce vent eût cessé; le nuage duquel cette trombe dépendait, et auquel elle tenait, était encore violemment poussé; le soleil se montrait en même temps derrière lui, eu égard à la direction du vent : c'était le 6 janvier, vers les onze heures du matin.

2° Ces trombes se sont formées pendant le jour dans des nuées détachées, fort épaisses en apparence, bien plus étendues que profondes, et bien terminées par-dessous parallèlement à l'horizon, le dessous de ces nuées paraissant toujours fort noir.

3° Toutes ces trombes se sont montrées d'abord sous la forme de cônes renversés, dont les bases étaient plus ou moins larges.

4° De ces différentes trombes qui s'annonçaient par ces cônes renversés, et qui quelquefois tenaient au même nuage, quelques-unes n'ont pas eu leur entier effet : les unes se sont dissipées à une petite distance du nuage, les autres sont descendues vers la surface de la mer, et en apparence fort près, sous la forme d'un long cône aplati, très-étroit et pointu par le bas. Dans le centre de ce cône, et sur toute sa longueur, régnait un canal blanchâtre, transparent, et d'un tiers environ du diamètre du cône, dont les deux côtés étaient fort noirs, surtout dans le commencement de leur apparence.

Elles ont été observées d'un point de l'île de Bourbon, élevé de cent cinquante toises au-dessus du niveau de la mer, et elles étaient, pour la plupart, à trois, quatre ou cinq lieues de distance de l'endroit de l'observation, qui était la maison même de l'observateur.

Voici la description détaillée de ces trombes.

Quand le bout de la *manche*, qui pour lors est fort pointu, est descendu environ au quart de la distance du nuage à la mer, on commence à voir sur l'eau, qui d'ordinaire est calme et d'un blanc transparent, une petite noirceur circulaire, effet du frémissement (ou tournoiement) de l'eau : à mesure que la pointe de cette manche descend, l'eau bouillonne, et d'autant plus que cette pointe approche de plus près la

surface de la mer, et l'eau de la mer s'élève successivement en tourbillon, à plus ou moins de hauteur, et d'environ vingt pieds dans les plus grosses trombes. Le bout de la manche est toujours au-dessus du tourbillon, dont la grosseur est proportionnée à celle de la trombe qui le fait mouvoir. Il ne paraît pas que le bout de la manche atteigne jusqu'à la surface de la mer, autrement qu'en se joignant au tourbillon qui s'élève.

On voit quelquefois sortir du même nuage de gros et de petits cônes de trombes; il y en a qui ne paraissent que comme des filets, d'autres un peu plus forts. Du même nuage on voit sortir assez souvent dix ou douze petites trombes toutes complètes, dont la plupart se dissipent très-près de leur sortie, et remontent visiblement à leur nuage : dans ce dernier cas, la manche s'élargit tout à coup jusqu'à l'extrémité inférieure, et ne paraît plus qu'un cylindre suspendu au nuage, déchiré par en bas, et de peu de longueur.

Les trombes à large base, c'est-à-dire les grosses trombes, s'élargissent insensiblement dans toute leur longueur, et par le bas, qui paraît s'éloigner de la mer et se rapprocher de la nue. Le tourbillon qu'elles excitent sur l'eau diminue peu à peu, et bientôt la manche de cette trombe s'élargit dans sa partie inférieure, et prend une forme presque cylindrique : c'est dans cet état que des deux côtés élargis du canal, on voit comme de l'eau entrer en tournoyant vivement et abondamment dans le nuage; et c'est enfin par le raccourcissement successif de cette espèce de cylindre, que finit l'apparence de la trombe.

Les plus grosses trombes se dissipent le moins vite; quelques-unes des plus grosses durent plus d'une demi-heure.

On voit assez ordinairement tomber de fortes ondées, qui sortent du même endroit du nuage d'où sont sorties et auxquelles tiennent encore quelquefois les trombes : ces ondées cachent souvent aux yeux celles qui ne sont pas encore dissipées. J'en ai vu, dit M. de la Nux, deux, le 26 octobre 1755, très-distinctement, au milieu d'une ondée qui devint si forte, qu'elle m'en déroba la vue.

Le vent, ou l'agitation de l'air inférieur sous la nuée, ne rompt ni les grosses ni les petites trombes, seulement cette impulsion les détourne de la perpendiculaire : les plus petites forment des courbes très-remarquables, et quelquefois des sinuosités; en sorte que leur extrémité, qui aboutissait à l'eau de la mer, était fort éloignée de l'aplomb de l'autre extrémité qui était dans le nuage.

On ne voit plus de nouvelles trombes se former lorsqu'il est tombé de la pluie des nuages d'où elles partent.

« Le 14 juin de l'année 1756, sur les quatre « heures après-midi, j'étais, dit M. de la Nux, « au bord de la mer, élevé de vingt à vingt-« cinq pieds au-dessus de son niveau. Je vis « sortir d'un même nuage douze à quatorze « trombes complètes, dont trois seulement « considérables, et surtout la dernière. Le canal « du milieu de la manche était si transparent, « qu'à travers je voyais les nuages que derrière « elle, à mon égard, le soleil éclairait. Le « nuage, magasin de tant de trombes, s'éten-« dait à peu près du sud-est au nord-ouest, et « cette grosse trombe, dont il s'agit unique-« ment ici, me restait vers le sud-sud-ouest : « le soleil était déjà fort bas, puisque nous « étions dans les jours les plus courts. Je ne vis « point d'ondées tomber du nuage : son éléva-« tion pouvait être de cinq ou six cents toises « au plus. »

Plus le ciel est chargé de nuages, et plus il est aisé d'observer les trombes et toutes les apparences qui les accompagnent.

M. de la Nux pense, peut-être avec raison, que ces trombes ne sont que des portions visqueuses du nuage, qui sont entraînées par différents tourbillons, c'est-à-dire par des tournoiements de l'air supérieur, engouffré dans les masses des nuées dont le nuage total est composé.

Ce qui paraît prouver que ces trombes sont composées de parties visqueuses, c'est leur ténacité, et, pour ainsi dire, leur cohérence; car elles font des inflexions et des courbures, même en sens contraire, sans se rompre : si cette matière des trombes n'était pas visqueuse, pourrait-on concevoir comment elles se courbent et obéissent aux vents sans se rompre? Si toutes les parties n'étaient pas fortement adhérentes entre elles, le vent les dissiperait, ou, tout au moins, les ferait changer de forme; mais, comme cette forme est constante dans les trombes grandes et petites, c'est un indice presque certain de la ténacité visqueuse de la matière qui les compose.

Ainsi, le fond de la matière des trombes est une substance visqueuse contenue dans les nuages, et chaque trombe est formée par un tourbillon d'air qui s'engouffre entre les nuages, et, boursoufflant le nuage inférieur, le perce et descend avec son enveloppe de matière visqueuse; et, comme les trombes qui sont complètes descendent depuis le nuage jusque sur la surface de la mer, l'eau frémira, bouillonnera, tourbillonnera à l'endroit vers lequel le bout de la trombe sera dirigé, par l'effet de l'air qui sort de l'extrémité de la trombe comme du tuyau d'un soufflet : les effets de ce soufflet sur la mer augmenteront à mesure qu'il s'en approchera, et que l'orifice de cette espèce de tuyau, s'il vient à s'élargir, laissera sortir plus d'air.

On a cru mal à propos que les trombes enlevaient l'eau de la mer, et qu'elles en renfermaient une grande quantité : ce qui a fortifié ce préjugé, ce sont les pluies, ou plutôt les averses, qui tombent souvent aux environs des trombes. Le canal du milieu de toutes les trombes est toujours transparent, de quelque côté qu'on les regarde : si l'eau de la mer paraît monter, ce n'est pas dans ce canal, mais seulement dans ses côtés; presque toutes les trombes souffrent des inflexions, et ces inflexions se font souvent en sens contraire, en forme d'S, dont la tête est au nuage et la queue à la mer. Les espèces de trombes dont nous venons de parler ne peuvent donc contenir de l'eau, ni pour la verser à la mer, ni pour la monter au nuage : ainsi ces trombes ne sont à craindre que par l'impétuosité de l'air qui sort de leur orifice inférieur; car il paraîtra certain à tous ceux qui auront occasion d'observer ces trombes, qu'elles ne sont composées que d'un air engouffré dans un nuage visqueux, et déterminé par son tournoiement vers la surface de la mer.

M. de la Nux a vu des trombes autour de l'île de Bourbon, dans les mois de janvier, mai, juin, octobre, c'est-à-dire en toutes saisons; il en a vu dans des temps calmes et pendant de grands vents : mais néanmoins on peut dire que ces phénomènes ne se montrent que rarement, et ne se montrent guère que sur la mer, parce que la viscosité des nuages ne peut provenir que des parties bitumineuses et grasses que la chaleur du soleil et les vents enlèvent à la surface des eaux de la mer, et qui se trouvent rassemblées dans des nuages assez voisins de sa surface; c'est par cette raison qu'on ne voit pas de pareilles trombes sur la terre, où il n'y a pas, comme sur la surface de la mer, une abondante quantité de parties bitumineuses et huileuses que l'action de la chaleur pourrait en détacher. On en voit cependant quelquefois sur la terre, et même à de grandes distances de la mer; ce qui peut arriver lorsque les nuages visqueux sont poussés rapidement par un vent violent de la mer vers les terres. M. de Grignon a vu, au mois de juin 1768, en Lorraine, près de Vauvilliers, dans les coteaux qui sont une suite de l'empiétement des Vosges, une trombe très-bien formée; elle avait environ cinquante toises de hauteur; sa forme était celle d'une colonne, et elle communiquait à un gros nuage fort épais, et poussé par un ou plusieurs vents violents, qui faisaient tourner rapidement la trombe, et produisaient des éclairs et des coups de tonnerre. Cette trombe ne dura que sept ou huit minutes, et vint se briser sur la base du coteau, qui est élevée de cinq ou six cents pieds [1].

Plusieurs voyageurs ont parlé des trombes de mer, mais personne ne les a si bien observées que M. de la Nux. Par exemple, ces voyageurs disent qu'il s'élève au-dessus de la mer une fumée noire, lorsqu'il se forme quelques trombes; nous pouvons assurer que cette apparence est trompeuse, et ne dépend que de la situation de l'observateur : s'il est placé dans un lieu assez élevé pour que le tourbillon qu'une trombe excite sur l'eau ne surpasse pas à ses yeux l'horizon sensible, il ne verra que de l'eau s'élever et retomber en pluie, sans aucun mélange de fumée; et on le reconnaîtra avec la dernière évidence, si le soleil éclaire le lieu du phénomène.

Les trombes dont nous venons de parler n'ont rien de commun avec les bouillonnements et les fumées que les feux sous-marins excitent quelquefois, et dont nous avons fait mention ailleurs; ces trombes ne renferment ni n'excitent aucune fumée. Elles sont assez rares partout; seulement, les lieux de la mer où l'on en voit le plus souvent, sont les plages des climats chauds, et en même temps celles où les calmes sont ordinaires et où les vents sont le plus inconstants; elles sont peut-être aussi plus fréquentes près les îles et vers les côtes que dans la pleine mer,

[1] Note communiquée par M. de Grignon à M. de Buffon, le 6 août 1777.

PREUVES

DE LA

THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE XVI.

DES VOLCANS ET DES TREMBLEMENTS DE TERRE.

Les montagnes ardentes qu'on appelle *volcans*, renferment dans leur sein le soufre, le bitume et les matières qui servent d'aliment à un feu souterrain, dont l'effet, plus violent que celui de la poudre ou du tonnerre, a de tout temps étonné, effrayé les hommes, et désolé la terre. Un volcan est un canon d'un volume immense, dont l'ouverture a souvent plus d'une demi-lieue: cette large bouche à feu vomit des torrents de fumée et de flammes, des fleuves de bitume, de soufre et de métal fondu, des nuées de cendres et de pierres, et quelquefois elle lance à plusieurs lieues de distance des masses de rochers énormes, et que toutes les forces humaines réunies ne pourraient pas mettre en mouvement. L'embrasement est si terrible, et la quantité des matières ardentes, fondues, calcinées, vitrifiées, que la montagne rejette, est si abondante, qu'elles enterrent les villes, les forêts, couvrent les campagnes de cent et de deux cents pieds d'épaisseur, et forment quelquefois des collines et des montagnes, qui ne sont que des monceaux de ces matières entassées. L'action de ce feu est si grande, la force de l'explosion est si violente, qu'elle produit par sa réaction des secousses assez fortes pour ébranler et faire trembler la terre, agiter la mer, renverser les montagnes, détruire les villes et les édifices les plus solides, à des distances même très-considérables.

Ces effets, quoique naturels, ont été regardés comme des prodiges; et, quoiqu'on voie en petit des effets du feu assez semblables à ceux des volcans, le grand, de quelque nature qu'il soit, a si fort le droit de nous étonner, que je ne suis pas surpris que quelques auteurs aient pris ces montagnes pour les soupiraux d'un feu central, et le peuple pour les bouches de l'enfer. L'étonnement produit la crainte, et la crainte fait naître la superstition : les habitants de l'île d'Islande croient que les mugissements de leur volcan sont les cris des damnés, et que leurs éruptions sont les effets de la fureur et du désespoir de ces malheureux.

Tout cela n'est cependant que du bruit, du feu et de la fumée : il se trouve dans une montagne des veines de soufre, de bitume et d'autres matières inflammables; il s'y trouve en même temps des minéraux, des pyrites, qui peuvent fermenter et qui fermentent en effet toutes les fois qu'elles sont exposées à l'air ou à l'humidité, il s'en trouve ensemble une très-grande quantité; le feu s'y met et cause une explosion proportionnée à la quantité des matières enflammées, et dont les effets sont aussi plus ou moins grands dans la même proportion : voilà ce que c'est qu'un volcan pour un physicien, et il lui est facile d'imiter l'action de ces feux souterrains, en mêlant ensemble une certaine quantité de soufre et de limaille de fer qu'on enterre à une certaine profondeur, et de faire ainsi un petit volcan dont les effets sont les mêmes, proportion gardée, que ceux des grands; car il s'enflamme par la seule fermentation, il jette la terre et les pierres dont il est couvert, et il fait de la fumée, de la flamme et des explosions.

Il y a en Europe trois fameux volcans, le mont Etna en Sicile, le mont Hécla en Islande, et le mont Vésuve en Italie, près de Naples. Le mont Etna brûle depuis un temps immémorial; ses éruptions sont très-violentes, et les matières qu'il rejette si abondantes, qu'on peut y creuser jusqu'à soixante-huit pieds de profondeur, où l'on a trouvé des pavés de marbre et des vestiges d'une ancienne ville qui a été couverte et enterrée sous cette épaisseur de terre rejetée, de la même façon que la ville d'Héraclée a été couverte par les matières rejetées du Vésuve. Il s'est formé de nouvelles bouches de feu dans l'Etna, en 1650, 1669 et en d'autres temps. On voit les flammes et les fumées de ce volcan depuis Malte, qui en est à soixante lieues : il s'en élève continuellement de la fumée, et il y a des temps où cette montagne ardente vomit avec impétuosité des flammes et des matières de toute espèce. En 1537, il y eut une éruption de ce volcan qui causa un tremblement de terre dans toute la Sicile pendant douze jours, et qui renversa un tres-grand nombre de maisons et d'édifices; il ne cessa que par l'ouverture d'une nouvelle bouche à feu qui brûla tout à cinq lieues aux environs de la montagne; les cendres rejetées par le volcan étaient si abondantes et lan-

tées avec tant de force, qu'elles furent portées jusqu'en Italie; et des vaisseaux, qui étaient éloignés de la Sicile, en furent incommodés. Fazelli décrit fort au long les embrasements de cette montagne, dont il dit que le pied a cent lieues de circuit.

Ce volcan a maintenant deux bouches principales : l'une est plus étroite que l'autre. Ces deux ouvertures fument toujours, mais on n'y voit jamais de feu que dans le temps des éruptions : on prétend qu'on a trouvé de pierres qu'il a lancées jusqu'à soixante mille pas.

En 1683, il arriva un terrible tremblement en Sicile, causé par une violente éruption de ce volcan; il detruisit entièrement la ville de Catane, et fit périr plus de soixante mille personnes dans cette ville seule, sans compter ceux qui périrent dans les autres villes et villages voisins.

L'Hécla lance ses feux à travers les glaces et les neiges d'une terre gelée; ses éruptions sont cependant aussi violentes que celles de l'Etna et des autres volcans des pays méridionaux. Il jette beaucoup de cendres, des pierres ponces, et quelquefois, dit-on, de l'eau bouillante; on ne peut pas habiter à six lieues de distance de ce volcan, et toute l'île d'Islande est fort abondante en soufre. On peut voir l'histoire des violentes éruptions de l'Hécla dans Dithmar Blefken.

Le mont Vésuve, à ce que disent les historiens, n'a pas toujours brûlé, et il n'a commencé que du temps du septième consulat de Tite Vespasien et de Flavius Domitien : le sommet s'étant ouvert, ce volcan rejeta d'abord des pierres et des rochers, et ensuite du feu et des flammes en si grande abondance, qu'elles brûlèrent deux villes voisines, et des fumées si épaisses, qu'elles obscurcissaient la lumière du soleil. Pline, voulant considérer cet incendie de trop pres, fut étouffé par la fumée. Voyez *l'Épître de Pline le jeune à Tacite*. Dion Cassius rapporte que cette éruption du Vésuve fut si violente, qu'il jeta des cendres et des fumées sulfureuses en si grande quantité et avec tant de force, qu'elles furent portées jusqu'à Rome, et même au delà de la mer Méditerranée en Afrique et en Égypte. L'une des deux villes qui furent couvertes des matières rejetées par ce premier incendie du Vésuve est celle d'Héraclée, qu'on a retrouvée dans ces derniers temps à plus de soixante pieds de profondeur sous ces matières, dont la surface était devenue, par la succession du temps, une terre labourable et cultivée. La relation de la découverte d'Héraclée est entre les mains de tout le monde : il serait seulement à désirer que quelqu'un, versé dans l'histoire naturelle et la physique, prît la peine d'examiner les différentes matières qui composent cette épaisseur de terrain de soixante pieds; qu'il fît en même temps attention à la disposition et à la situation de ces mêmes matières, aux altérations qu'elles ont produites ou souffertes elles-mêmes, à la direction qu'elles ont suivie, à la dureté qu'elles ont acquise, etc.

Il y a apparence que Naples est situé sur un terrain creux et rempli de minéraux brûlants, puisque le Vésuve et la Solfatare semblent avoir des communications intérieures; car, quand le Vésuve brûle, la Solfatare jette des flammes; et lorsqu'il cesse, la Solfatare cesse aussi. La ville de Naples est à peu près à égale distance entre les deux.

Une des dernières et des plus violentes éruptions du Vésuve a été celle de l'année 1737; la montagne vomissait par plusieurs bouches de gros torrents de matières métalliques fondues et ardentes, qui se répandaient dans la campagne et s'allaient jeter dans la mer. M. de Montealègre, qui communiqua cette relation à l'Académie des sciences, observa avec horreur un de ces fleuves de feu, et vit que son cours était de six ou sept milles depuis sa source jusqu'à la mer, sa largeur de cinquante ou soixante pas, sa profondeur de vingt-cinq ou trente palmes, et, dans certains fonds ou vallées, de cent vingt; la matière qu'il roulait était semblable à l'écume qui sort du fourneau d'une forge, etc. Voyez *l'Histoire de l'Académie*, année 1737, pages 7 et 8.

En Asie, surtout dans les îles de l'océan Indien, il y a un grand nombre des volcans; l'un des plus fameux est le mont Albours auprès du mont Taurus, à huit lieues de Hérat : son sommet fume continuellement, et il jette fréquemment des flammes et d'autres matières en si grande abondance, que toute la campagne aux environs est couverte de cendres. Dans l'île de Ternate, il y a un volcan qui rejette beaucoup de matière semblable à la pierre ponce. Quelque voyageurs prétendent que ce volcan est plus enflammé et plus furieux dans le temps des équinoxes que dans les autres saisons de l'année, parce qu'il règne alors de certains vents qui contribuent à embraser la matière qui nour-

rit ce feu depuis tant d'années. Voyez les *Voyages d'Argensola*, tome I, page 21. L'île de Ternate n'a que sept lienes de tour, et n'est qu'un sommet de montagne; on monte toujours depuis le rivage jusqu'au milieu de l'île, où le volcan s'élève à une hauteur tres-considérable, et a laquelle il est très-difficile de parvenir. Il coule plusieurs ruisseaux d'eau douce qui descendent sur la cronpe de cette même montagne; et, lorsque l'air est calme et que la saison est douce, ce gouffre embrasé et dans une moindre agitation que quand il fait de grands vents et des orages. Voyez le *Voyage de Schouten*. Ceci confime ce que j'ai dit dans le discours précédent, et semble prouver évidemment que le feu qui consume les volcans ne vient pas de la profondeur de la montagne, mais du sommet, ou du moins d'une profondeur assez petite, et que le foyer de l'embrasement n'est pas éloigné dn sommet du volcan; car, si cela n'était pas ainsi, les grands vents ne ponrraient pas contribuer à leur embrasement. Il y a quelques autres volcans dans les Moluques. Dans l'une des iles Maurices, à soixante-dix lieues des Molnques, il y a un volcan dont les effets sont aussi violents que ceux de la montagne de Ternate. L'île de Sorca, l'une des Moluques, était autrefois habitée; il y avait au milieu de cette île un volcan, qui était une montagne très-élevée. En 1693, ce volcan vomit du bitume et des matières enflammées en si grande quantité, qu'il se forma un lac ardent qui s'étendit peu à peu, et toute l'île fut abîmée et disparut. Voyez *Trans. Phil. Ab.* vol. II, page 391. Au Japon, il y a aussi plusieurs volcans; et dans les iles voisines du Japon, les navigateurs ont remarqué plusieurs montagnes dont les sommets jettent des flammes pendant la nuit et de la fumée pendant le jour. Aux iles Philippines, il y a anssi plusieurs montagnes ardentes. Un des plus fameux volcans des îles de l'océan Indien, et en même temps nn des plus nouveanx, est celni qni est près de la ville de Panarucan, dans l'île de Java : il s'est ouvert en 1586; on n'avait pas mémoire qu'il eût brûlé auparavant; et à la première éruption, il poussa une énorme quantité de soufre, de bitume et de pierres. La même année, le mont Gounapi, dans l'île de Banda, qui brûlait seulement depuis dix-sept ans, s'ouvrit et vomit, avec un bruit affreux, des rochers et des matières de toute espèce. Il y a encore quelques autres volcans dans les Indes, comme à Sumatra et dans le nord de l'Asie, au delà du fleuve Jéniscéa et de la rivière de Pésida : mais ces deux derniers volcans ne sont pas bien reconnus.

En Afrique, il y a une montagne, ou plutôt une caverne appelée Beni Guazeval, anprès de Fez, qui jette tonjours de la fumée, et quelquefois des flammes. L'une des iles dn cap Vert, appelée l'île de Fuogue, n'est qu'une grosse montagne qui brûle continuellement : ce volcan rejette, comme les autres, beaucoup de cendres et de pierres; et les Portugais, qui ont plusieurs fois tenté de faire des habitations dans cette île, ont été contraints d'abandonner leur projet, par la crainte des effets du volcan. Aux Canaries, le pic de Ténériffe, autrement appelé la montagne de Teide, qui passe pour être l'une des plus hautes montagnes de la terre, jette du feu, des cendres et de grosses pierres : du sommet coulent des ruisseanx de soufre fondu, du côté du sud, à travers les neiges; ce soufre se coagule bientôt, et forme des veines dans la neige, qu'on peut distinguer de fort loin.

En Amérique, il y a un très-grand nombre de volcans, et surtout dans les montagnes du Pérou et du Mexique : celui d'Aréquipa est un des plus fameux, il cause souvent des tremblements de terre plus communs dans le Pérou que dans aucun antre pays du monde. Le volcan de Carrapa et celui de Malahallo sont, au rapport des voyageurs, les plus considérables après celui d'Aréquipa; mais il y en a beancoup d'autres dont on n'a pas une connaissance exacte. M. Bouguer, dans la relation qu'il a donnée de son voyage au Péron, dans le volume des Mémoires de l'Académie de l'année 1744, fait mention de deux volcans, l'un appelé Cotopaxi, et l'autre Pichincha; le premier est à quelqne distance, et l'autre très-voisin de la ville de Quito : il a même été témoin d'un incendie du Cotopaxi, en 1742, et de l'ouverture qui se fit dans cette montagne d'une nouvelle bouche à feu; cette éruption ne fit cependant d'antre mal que celui de fondre les neiges de la montagne, et de produire ainsi des torrents d'eau si abondants, qu'en moins de trois heures ils inondèrent un pays de dix-huit lieues d'étendue, et renversèrent tout ce qui se trouva sur lenr passage.

An Mexique, il y a plusieurs volcans dont les plus considérables sont Popochampèche et Popocatepec : ce fut auprès de ce dernier volcan que Cortes passa pour aller au Mexique; et il y eut des Espagnols qui montèrent jusqu'au

sommet, où ils virent la bouche du volcan, qui a environ une demi-lieue de tour. On trouve aussi de ces montagnes de soufre à la Guadeloupe, à Tercère et dans les autres iles des Açores; et si on voulait mettre au nombre des volcans toutes les montagnes qui fument, ou desquelles il s'élève même des flammes, on pourrait en compter plus de soixante : mais nous d'avons parlé que de ces volcans redoutables, auprès desquels on n'ose habiter, et qui rejettent des pierres et des matières minerales à une grande distance.

Ces volcans, qui sont en si grand nombre dans les Cordillières, causent, comme je l'ai dit, des tremblements de terre presque continuels, ce qui empêche qu'on n'y bâtisse avec de la pierre au-dessus du premier étage; et, pour ne pas risquer d'être écrasés, les habitants de ces parties du Pérou ne construisent les étages supérieurs de leurs maisons qu'avec des roseaux et du bois léger. Il y a aussi dans ces montagnes plusieurs précipices et de larges ouvertures dont les parois sont noires et brûlées, comme dans le précipice du mont Ararat en Arménie, qu'on appelle l'*Abîme*; ces abimes sont les bouches des anciens volcans qui se sont éteints.

Il y a eu dernièrement un tremblement de terre à Lima, dont les effets ont été terribles; la ville de Lima et le port de Callao ont été presque entièrement abimés, mais le mal a encore été plus considérable au Callao. La mer a couvert de ses eaux tous les édifices, et, par conséquent, noyé tous les habitants; il n'est resté qu'une tour. De vingt-cinq vaisseaux qu'il y avait dans ce port, il y en a eu quatre qui ont été portés à une lieue dans les terres, et le reste a été englouti par la mer. A Lima, qui est une très-grande ville, il n'est resté que vingt-sept maisons sur pied; il y a eu un grand nombre de personnes qui ont été écrasées, surtout des moines et des religieuses, parce que leurs édifices sont plus exhaussés, et qu'ils sont construits de matières plus solides que les autres maisons. Ce malheur est arrivé dans le mois d'octobre 1746 pendant la nuit : la secousse a duré quinze minutes.

Il avait autrefois près du port de Pisco, au Pérou, une ville célèbre située sur le rivage de la mer : mais elle fut presque entièrement ruinée et désolée par le tremblement de terre qui arriva le 19 octobre 1682; car la mer, ayant quitté ses bornes ordinaires, engloutit cette ville malheureuse, qu'on a tâché de rétablir un peu plus loin à un bon quart de lieue de la mer.

Si l'on consulte les historiens et les voyageurs, on y trouvera des relations de plusieurs tremblements de terre et d'éruptions de volcans, dont les effets ont été aussi terribles que ceux que nous venons de rapporter. Posidonius, cité par Strabon dans son premier livre, rapporte qu'il y avait une ville en Phénicie, située auprès de Sidon, qui fut engloutie par un tremblement de terre, et avec elle le territoire voisin et les deux tiers même de la ville de Sidon, et que cet effet ne se fit pas subitement, de sorte qu'il donna le temps à la plupart des habitants de fuir; que ce tremblement s'étendit presque par toute la Syrie et jusqu'aux iles Cyclades, et en Eubée, où les fontaines d'Aréthuse tarirent tout à coup et ne reparurent que plusieurs jours après par de nouvelles sources éloignées des anciennes; et ce tremblement ne cessa pas d'agiter l'ile, tantôt dans un endroit, tantôt dans un autre, jusqu'à ce que la terre se fût ouverte dans la campagne de Lépante, et qu'elle eût rejeté une grande quantité de terres et de matières enflammées. Pline, dans son premier livre, chap. 84, rapporte que, sous le règne de Tibère, il arriva un tremblement de terre qui renversa douze villes d'Asie; et dans son second livre, chap. 83, il fait mention dans les termes suivants d'un prodige causé par un tremblement de terre: *Factum est semel (quod equidem in Etruscæ disciplinæ voluminibus inveni) ingens terrarum portentum Lucio Marcio, Sex. Julio Coss. in agro Mutinensi. Namque montes duo inter se concurrerunt crepitu maximo adsultantes, recedentesque, inter eos flammâ fumoque in cœlum exeunte interdiù, spectante è viâ Æmilia magna equitum romanorum, familiarumque et viatorum multitudine. Eo concursu villæ omnes elisæ; animalia permulta, quæ intrà fuerant, exanimata sunt*, etc. Saint Augustin, lib. 2, *de Miraculis*, cap. 3, dit que, par un très-grand tremblement de terre, il y eut cent villes renversées dans la Lybie. Du temps de Trajan, la ville d'Antioche et une grande partie du pays adjacent furent abimés par un tremblement de terre; et du temps de Justinien, en 528, cette ville fut une seconde fois détruite par la même cause avec plus de quarante mille de ses habitants; et soixante ans après, du temps de saint Grégoire, elle essuya un troisième tremblement avec perte de soixante mille de ses habitants.

Du temps de Saladin, en 1182, la plupart des villes de Syrie et du royaume de Jérusalem furent détruites par la même cause. Dans la Pouille et dans la Calabre, il est arrivé plus de tremblements de terre qu'en aucune autre partie de l'Europe : du temps du pape Pie II, toutes les églises et les palais de Naples furent renversés; il y eut près de trente mille personnes de tuées, et tous les habitants qui restèrent furent obligés de demeurer sous des tentes jusqu'à ce qu'ils eussent rétabli leurs maisons. En 1629, il y eut des tremblements de terre dans la Pouille, qui firent périr sept mille personnes; et en 1638, la ville de Sainte-Euphémie fut engloutie, et il n'est resté en sa place qu'un lac de fort mauvaise odeur; Raguse et Smyrne furent aussi presque entièrement détruites. Il y eut en 1692, un tremblement de terre qui s'étendit en Angleterre, en Hollande, en Flandre, en Allemagne, en France, et qui se fit sentir principalement sur les côtes de la mer et auprès des grandes rivières; il ébranla au moins deux mille six cents lieues carrées; il ne dura que deux minutes : le mouvement était plus considérable dans les montagnes que dans les vallées. (Voyez *Ray's Discourses*, page 272.) En 1688, le 10 de juillet, il y eut un tremblement de terre à Smyrne, qui commença par un mouvement d'occident en orient. Le château fut renversé d'abord, ses quatre murs s'étant entr'ouverts et enfoncés de six pieds dans la mer. Ce château, qui était un isthme, est à présent une véritable île éloignée de la terre d'environ cent pas, dans l'endroit où la langue de terre a manqué : les murs qui étaient du couchant au levant sont tombés; ceux qui allaient du nord au sud sont restés sur pied. La ville, qui est à dix milles du château, fut renversée presque aussitôt; on vit en plusieurs endroits des ouvertures à la terre, on entendit divers bruits souterrains : il y eut de cette manière cinq ou six secousses jusqu'à la nuit; la première dura environ une demi-minute; les vaisseaux qui étaient à la rade furent agités; le terrain de la ville a baissé de deux pieds; il n'est resté qu'environ le quart de la ville, et principalement les maisons qui étaient sur des rochers : on a compté quinze ou vingt mille personnes accablées par ce tremblement de terre. (Voyez l'*Hist. de l'Acad. des Sciences*, année 1688.) En 1695, dans un tremblement de terre qui se fit sentir à Bologne en Italie, on remarqua, comme une chose particulière, que les eaux devinrent troubles un jour auparavant. (Voyez l'*Hist. de l'Acad.*, année 1696.)

« Il se fit un si grand tremblement de terre « à Tercère, le 4 mai 1614, qu'il renversa en la « ville d'Angra onze églises et neuf chapelles « sans les maisons particulières; et en la ville de « Praya il fut si effroyable qu'il n'y demeura « presque pas une maison debout; et le 16 juin « 1628, il y eut un si horrible tremblement dans « l'île de Saint-Michel, que proche de là la mer « s'ouvrit et fit sortir de son sein, en un lieu où « il y avait plus de cent cinquante toises d'eau, « une île qui avait plus d'une lieue et demie de « long et plus de soixante toises de haut. » (Voyez « les *Voyages de Mandelslo*.) « Il s'en était fait « un autre en 1591, qui commença le 26 de juillet, et dura dans l'île de Saint-Michel jusqu'au « 12 du mois suivant; Tercère et Fayal furent « agitées le lendemain avec tant de violence, « qu'elles paraissaient tourner; mais ces affreuses secousses n'y recommencèrent que quatre « fois, au lieu qu'à Saint-Michel elles ne cessèrent point un moment pendant plus de quinze « jours; les insulaires, ayant abandonné leurs « maisons, qui tombaient d'elles-mêmes à leurs « yeux, passèrent tout ce temps exposés aux injures de l'air. Une ville entière, nommée Villa-Franca, fut renversée jusqu'aux fondements, « et la plupart de ses habitants écrasés sous les « ruines. Dans plusieurs endroits les plaines s'élevèrent en collines, et dans d'autres quelques « montagnes s'aplanirent ou changèrent de situation; il sortit de la terre une source d'eau « vive qui coula pendant quatre jours, et qui « parut ensuite sécher tout d'un coup; l'air et la « mer, encore plus agités, retentissaient d'un « bruit qu'on aurait pris pour le mugissement de « quantité de bêtes féroces; plusieurs personnes « mouraient d'effroi; il n'y eut point de vaisseaux dans les ports mêmes qui ne souffrissent « des atteintes dangereuses, et ceux qui étaient « à l'ancre ou à la voile, à vingt lieues aux environs des îles, furent encore plus maltraités. « Les tremblements de terre sont fréquents aux « Açores; vingt ans auparavant il en était arrivé un dans l'île de Saint-Michel, qui avait « renversé une montagne fort haute. » (Voyez *Hist. gén. des Voyag.* tom. I, page 325.) « Il « s'en fit un à Manille au mois de septembre « 1627, qui aplanit une des deux montagnes « qu'on appelle Carvallos, dans la province de « Cagayan. En 1645, la troisième partie de la

« ville fut ruinée par un pareil accident, et trois « cents personnes y périrent; l'année suivante « elle en souffrit encore un autre. Les vieux « Indiens disent qu'ils étaient autrefois plus « terribles, et qu'à cause de cela on ne bâtis- « sait les maisons que de bois, ce que font aussi « les Espagnols, depuis le premier étage.

« La quantité de volcans qui se trouvent dans « l'île confirme ce qu'on a dit jusqu'à présent, « parce qu'en certains temps ils vomissent des « flammes, ébranlent la terre, et font tous ces « effets que Pline attribue à ceux de l'Italie, « c'est-à-dire de faire changer le lit aux riviè- « res, et retirer les mers voisines, de remplir de « cendres tous les environs, et d'envoyer des « pierres fort loin avec un bruit semblable à « celui du canon. » (Voyez le *Voyage de Gemelli Carreri*, page 129.)

« L'an 1646, la montagne de l'île de Machian « se fendit avec des bruits et un fracas épou- « vantables, par un terrible tremblement de « terre, accident qui est fort ordinaire en ce « pays-là : il sortit tant de feux par cette fente, « qu'ils consumèrent plusieurs négreries avec « les habitants et tout ce qui y était. On voyait « encore, l'an 1685, cette prodigieuse fente, et « apparemment elle subsiste toujours; on la « nommait l'ornière de Michian, parce qu'elle « descendait du haut au bas de la montagne, « comme un chemin qui y aurait été creusé, « mais qui de loin ne paraissait être qu'une « ornière. » (Voyez l'*Histoire de la Conquête des Moluques*, tome III, page 318.)

L'Histoire de l'Académie fait mention, dans les termes suivants, des tremblements de terre qui se sont faits en Italie en 1702 et en 1703 : « Les tremblements commencèrent en Italie au « mois d'octobre 1702, et continuèrent jusqu'au « mois de juillet 1703; les pays qui en ont le « plus souffert, et qui sont aussi ceux par où ils « commencèrent, sont la ville de Norcia avec « ses dépendances dans l'État ecclésiastique, et « la province de l'Abruzze. Ces pays sont con- « tigus, et situés au pied de l'Apennin, du côté « du midi.

« Souvent les tremblements ont été accom- « pagnés de bruits épouvantables dans l'air, et « souvent aussi on a entendu ces bruits sans qu'il « y ait eu de tremblements, le ciel étant même « fort serein. Le tremblement du 2 février 1703, « qui fut le plus violent de tous, fut accompa- « gné, du moins à Rome, d'une grande séré- « nité du ciel et d'un grand calme dans l'air : il « dura à Rome une demi-minute, et à Aquila, « capitale de l'Abruzze, trois heures. Il ruina « toute la ville d'Aquila, ensevelit cinq mille « personnes sous les ruines, et fit un grand ra- « vage dans les environs.

« Communément les balancements de la terre « ont été du nord au sud, ou à peu près, ce qui « a été remarqué par le mouvement des lampes « des églises.

« Il s'est fait dans un champ deux ouvertu- « res, d'où il est sorti avec violence une grande « quantité de pierres qui l'ont entièrement cou- « vert et rendu stérile; après les pierres, il s'é- « lança de ces ouvertures deux jets d'eau qui « surpassaient beaucoup en hauteur les arbres « de cette campagne, qui durèrent un quart « d'heure et inondèrent jusqu'aux campagnes « voisines. Cette eau est blanchâtre, semblable « à de l'eau de savon, et n'a aucun goût.

« Une montagne, qui est près de Sigillo, « bourg éloigné d'Aquila de vingt-deux milles, « avait sur son sommet une plaine assez gran- « de, environnée de rochers qui lui servaient « comme de murailles. Depuis le tremblement « du 2 février, il s'est fait, à la place de cette « plaine, un gouffre de largeur inégale, dont le « plus grand diamètre est de vingt-cinq toises, « et le moindre de vingt : on n'a pu en trouver « le fond, quoiqu'on ait été jusqu'à trois cents « toises. Dans le temps que se fit cette ouver- « ture, on en vit sortir des flammes, et ensuite « une très-grosse fumée qui dura trois jours « avec quelques interruptions.

« A Gênes, le 1er et le 2 juillet 1703, il y eut « deux petits tremblements; le dernier ne fut « senti que par des gens qui travaillaient sur le « môle : en même temps la mer dans le port « s'abaissa de six pieds, en sorte que les galères « touchèrent le fond, et cette basse mer dura « près d'un quart d'heure.

« L'eau soufrée qui est dans le chemin de « Rome à Tivoli s'est diminuée de deux pieds « et demi de hauteur, tant dans le bassin que « dans le fossé. En plusieurs endroits de la « plaine appelée le *Testine*, il y avait des sour- « ces et des ruisseaux d'eau qui formaient des « marais impraticables; tout s'est séché. L'eau « du lac appelé l'*Enfer* a diminué aussi de trois « pieds en hauteur : à la place des anciennes « sources qui ont tari, il en est sorti de nouvelles « environ à une lieue des premières; en sorte

« qu'il y a apparence que ce sont les mêmes « eaux qui ont changé de route. » (Page 10, année 1704.)

Le même tremblement de terre, qui, en 1538, forma le *Monte di Cenere* auprès de Pouzzole, remplit en même temps le lac Lucrin de pierres, de terres et de cendres; de sorte qu'actuellement ce lac est un terrain marécageux. (Voyez *Ray's Discourses*, page 12.)

Il y a des tremblements de terre qui se font sentir au loin dans la mer. M. Shaw rapporte qu'en 1744, étant à bord de *la Gazelle*, vaisseau algérien de cinquante canons, on sentit trois violentes secousses l'une après l'autre, comme si à chaque fois on avait jeté d'un endroit fort élevé un poids de vingt ou trente tonneaux sur le lest: cela arriva dans un endroit de la Méditerranée, où il y avait plus de deux cents brasses d'eau. Il rapporte aussi que d'autres avaient senti des tremblements de terre bien plus considérables en d'autres endroits, et un entre autres à quarante lieues ouest de Lisbonne. (Voyez les *Voyages de Shaw*, vol. I, page 303.)

Schouten, en parlant d'un tremblement de terre qui se fit aux îles Moluques, dit que les montagnes furent ébranlées, et que les vaisseaux qui étaient à l'ancre sur trente et quarante brasses se tourmentèrent comme s'ils se fussent donné des culées sur le rivage, sur des rochers ou sur des bancs. « L'expérience, continue-t-il, « nous apprend tous les jours que la même « chose arrive en pleine mer où l'on ne trouve « point de fond, et que, quand la terre tremble, « les vaisseaux viennent tout d'un coup à se « tourmenter jusque dans les endroits où la mer « était tranquille. « (Voyez tome VI, page 103.) Le Gentil, dans son *Voyage autour du monde*, parle des tremblements de terre dont il a été témoin, dans les termes suivants : « J'ai, dit-il, « fait quelques remarques sur ces tremblements « de terre. La première est qu'une demi-heure « avant que la terre s'agite, tous les animaux « paraissent saisis de frayeur; les chevaux hennissent, rompent leurs licous, et fuient de l'écurie; les chiens aboient; les oiseaux, épouvantés et presque étourdis, entrent dans les « maisons; les rats et les souris sortent de leurs « trous, etc. La seconde est que les vaisseaux « qui sont à l'ancre sont agités si violemment, « qu'il semble que toutes les parties dont ils sont « composés vont se désunir; les canons sautent « sur leurs affûts, et les mâts, par cette agitation, rompent leurs haubans : c'est ce que « j'aurais eu de la peine à croire, si plusieurs « témoignages unanimes ne m'en avaient convaincu. Je conçois bien que le fond de la mer « est une continuation de la terre; que, si cette « terre est agitée, elle communique son agitation aux eaux qu'elle porte : mais ce que je ne « conçois pas, c'est ce mouvement irrégulier du « vaisseau, dont tous les membres et les parties « prises séparément participent à cette agitation, comme si tout le vaisseau faisait partie « de la terre, et qu'il ne nageât pas dans une « matière fluide; son mouvement devrait être « tout au plus semblable à celui qu'il éprouverait dans une tempête. D'ailleurs, dans l'occasion où je parle, la surface de la mer était « unie, et ses flots n'étaient point élevés; toute « l'agitation était intérieure, parce que le vent « ne se mêla point au tremblement de terre. La « troisième remarque est que, si la caverne de « la terre où le feu souterrain est renfermé va « du septentrion au midi, et si la ville est pareillement située dans sa longueur du septentrion au midi, toutes les maisons sont renversées, au lieu que, si cette veine ou caverne « fait son effet en prenant la ville par sa largeur, le tremblement de terre fait moins de « ravage, etc. « (Voyez le *Nouveau Voyage autour du monde de M. Le Gentil*, tome I, page 172 et suiv.)

Il arrive que, dans les pays sujets aux tremblements de terre, lorsqu'il se fait un nouveau volcan, les tremblements de terre finissent et ne se font sentir que dans les éruptions violentes du volcan, comme on l'a observé dans l'île Saint-Christophe. (Voyez *Phil. Trans. Abr.*, vol. II, pag. 392.

Ces énormes ravages, produits par les tremblements de terre, ont fait croire à quelques naturalistes que les montagnes et les inégalités de la surface du globe n'étaient que le résultat des effets de l'action des feux souterrains, et que toutes les irrégularités que nous remarquons sur la terre devaient être attribuées à ces secousses violentes et aux bouleversements qu'elles ont produits. C'est, par exemple, le sentiment de Ray; il croit que toutes les montagnes ont été formées par des tremblements de terre ou par l'explosion des volcans, comme le mont *di Cenere*, l'île nouvelle près de Santorin, etc. : mais il n'a pas pris garde que ces petites élévations, formées par l'éruption d'un volcan ou

par l'action d'un tremblement de terre, ne sont pas intérieurement composées de couches horizontales, comme le sont toutes les autres montagnes ; car en fouillant dans le mont *di Cenere,* on trouve les pierres calcinées, les cendres, les terres brûlées, le mâchefer, les pierres ponces, tous mêlés et confondus comme dans un monceau de décombres. D'ailleurs, si les tremblements de terre et les feux souterrains eussent produit les grandes montagnes de la terre, comme les Cordilières, le mont Taurus, les Alpes, etc., la force prodigieuse qui aurait élevé ces masses énormes aurait en même temps détruit une grande partie de la surface du globe, et l'effet du tremblement aurait été d'une violence inconcevable, puisque les plus fameux tremblements de terre, dont l'histoire fasse mention, n'ont pas eu assez de force pour élever des montagnes : par exemple, il y eut, du temps de Valentinien Ier, un tremblement de terre qui se fit sentir dans tout le monde connu, comme le rapporte Ammien Marcellin, lib. XXVI, cap. 14, et cependant il n'y eut aucune montagne élevée par ce grand tremblement.

Il est cependant vrai qu'en calculant on pourrait trouver qu'un tremblement de terre assez violent pour élever les plus hautes montagnes ne le serait pas assez pour déplacer le reste du globe.

Car, supposons pour un instant que la chaîne des hautes montagnes qui traversent l'Amérique méridionale, depuis la pointe des terres Magellaniques jusqu'aux montagnes de la Nouvelle-Grenade et au golfe de Darien, ait été élevée tout à la fois et produite par un tremblement de terre, et voyons par le calcul l'effet de cette explosion. Cette chaîne de montagnes a environ mille sept cents lieues de longueur, et communément quarante lieues de largeur, y compris les Sierras, qui sont des montagnes moins élevées que les Andes ; la surface de ce terrain est donc de soixante-huit mille lieues carrées. Je suppose que l'épaisseur de la matière déplacée par le tremblement est d'une lieue, c'est-à-dire que la hauteur moyenne de ces montagnes, prise du sommet jusqu'au pied, ou plutôt jusqu'aux cavernes qui, dans cette hypothèse, doivent les supporter, n'est que d'une lieue, ce qu'on m'accordera facilement : alors je dis que la force de l'explosion ou du tremblement de terre aura élevé à une lieue de hauteur une quantité de terre égale à soixante-huit mille lieues cubiques ; or, l'action étant égale à la réaction, cette explosion aura communiqué au reste du globe la même quantité de mouvement : mais le globe entier est de 12,310,523,801 lieues cubiques, dont, ôtant soixante-huit mille, il reste 12,310,455,801 lieues cubiques, dont la quantité de mouvement aura été égale à celle de soixante-huit mille lieues cubiques élevées à une lieue ; d'où l'on voit que la force qui aura été assez grande pour déplacer soixante-huit mille lieues cubiques, et les pousser à une lieue, n'aura pas déplacé d'un pouce le reste du globe.

Il n'y aurait donc pas d'impossibilité absolue à supposer que les montagnes ont été élevées par des tremblements de terre, si leur composition intérieure, aussi bien que leur forme extérieure, n'était pas évidemment l'ouvrage des eaux de la mer. L'intérieur est composé de couches régulières et parallèles, remplies de coquilles ; l'extérieur a une figure dont les angles sont partout correspondants : est-il croyable que cette composition uniforme et cette forme régulière aient été produites par des secousses irrégulières et des explosions subites ?

Mais, comme cette opinion a prévalu chez quelques physiciens, et qu'il nous paraît que la nature et les effets des tremblements de terre ne sont pas bien entendus, nous croyons qu'il est nécessaire de donner sur cela quelques idées qui pourront servir à éclairer cette matière.

La terre ayant subi de grands changements à sa surface, on trouve, même à des profondeurs considérables, des trous, des cavernes, des ruisseaux souterrains et des endroits vides qui se communiquent quelquefois par des fentes et des boyaux. Il y a deux espèces de cavernes. Les premières sont celles qui sont produites par l'action des feux souterrains et des volcans ; l'action du feu soulève, ébranle et jette au loin les matières supérieures, et en même temps elle divise, fend et dérange celles qui sont à côté, et produit ainsi des cavernes, des grottes, des trous et des anfractuosités : mais cela ne se trouve ordinairement qu'aux environs des hautes montagnes où sont les volcans, et ces espèces de cavernes produites par l'action du feu sont plus rares que les cavernes de la seconde espèce, qui sont produites par les eaux. Nous avons vu que les différentes couches qui composent le globe terrestre à sa surface sont toutes interrompues par des fentes perpen-

diculaires dont nous expliquerons l'origine dans la suite; les eaux des pluies et des vapeurs, en descendant par ces fentes perpendiculaires, se rassemblent sur la glaise et forment des sources et des ruisseaux; elles cherchent par leur mouvement naturel toutes les petites cavités et les petits vides, et elles tendent toujours à couler et à s'ouvrir des routes, jusqu'à ce qu'elles trouvent une issue; elles entraînent en même temps les sables, les terres, les graviers et les autres matières qu'elles peuvent diviser, et peu à peu elles se font des chemins; elles forment dans l'intérieur de la terre des espèces de petites tranchées ou de canaux qui leur servent de lit; elles sortent enfin, soit à la surface de la terre, soit dans la mer, en forme de fontaines : les matières qu'elles entraînent laissent des vides dont l'étendue peut être fort considérable, et ces vides forment des grottes et des cavernes dont l'origine est, comme l'on voit, bien différente de celle des cavernes produites par les tremblements de terre.

Il y a deux espèces de tremblements de terre: les uns causés par l'action des feux souterrains et par l'explosion des volcans, qui ne se font sentir qu'à de petites distances et dans les temps que les volcans agissent, ou avant qu'ils s'ouvrent : lorsque les matières qui forment les feux souterrains viennent à fermenter, à s'échauffer et à s'enflammer, le feu fait effort de tous côtés; et, s'il ne trouve pas naturellement des issues, il soulève la terre et se fait un passage en la rejetant, ce qui produit un volcan dont les effets se répètent et durent à proportion de la quantité des matières inflammables. Si la quantité des matières qui s'enflamment est peu considérable, il peut arriver un soulèvement et une commotion, un tremblement de terre, sans que, pour cela, il se forme un volcan : l'air produit et raréfié par le feu souterrain peut aussi trouver de petites issues par où il s'échappera, et, dans ce cas, il n'y aura encore qu'un tremblement sans éruption et sans volcan; mais, lorsque la matière enflammée est en grande quantité, et qu'elle est resserrée par des matières solides et compactes, alors il y a commotion et volcan : mais toutes ces commotions ne font que la première espèce des tremblements de terre; et elles ne peuvent ébranler qu'un petit espace. Une éruption très-violente de l'Etna causera, par exemple, un tremblement de terre dans toute l'île de Sicile; mais il ne s'étendra jamais à des distances de trois ou quatre cents lieues. Lorsque dans le mont Vésuve il s'est formé quelques nouvelles bouches à feu, il s'est fait en même temps des tremblements de terre à Naples et dans le voisinage du volcan; mais ces tremblements n'ont jamais ébranlé les Alpes, et ne se sont pas communiqués en France ou aux autres pays éloignés du Vésuve. Ainsi les tremblements de terre produits par l'action des volcans sont bornés à un petit espace; c'est proprement l'effet de la réaction du feu; et ils ébranlent la terre, comme l'explosion d'un magasin à poudre produit une secousse et un tremblement sensible à plusieurs lieues de distance.

Mais il y a une autre espèce de tremblements de terre bien différente pour les effets, et peut-être pour les causes : ce sont les tremblements qui se font sentir à de grandes distances, et qui ébranlent une longue suite de terrain sans qu'il paraisse aucun nouveau volcan ni aucune éruption. On a des exemples de tremblements qui se sont fait sentir en même temps en Angleterre, en France, en Allemagne et jusqu'en Hongrie : ces tremblements s'étendent toujours beaucoup plus en longueur qu'en largeur; ils ébranlent une bande ou une zone de terrain avec plus ou moins de violence en différents endroits, et ils sont presque toujours accompagnés d'un bruit sourd, semblable à celui d'une grosse voiture qui roulerait avec rapidité.

Pour bien entendre quelles peuvent être les causes de cette espèce de tremblements, il faut se souvenir que toutes les matières inflammables et capables d'explosion produisent comme la poudre, par l'inflammation, une grande quantité d'air; que cet air produit par le feu est dans l'état d'une très-grande raréfaction, et que par l'état de compression où il se trouve dans le sein de la terre, il doit produire des effets très-violents. Supposons donc qu'à une profondeur très-considérable, comme à cent ou deux cents toises, il se trouve des pyrites et d'autres matières sulfureuses, et que, par la fermentation produite par la filtration des eaux ou par d'autres causes, elles viennent à s'enflammer, et voyons ce qui doit arriver : d'abord ces matières ne sont pas disposées régulièrement par couches horizontales, comme le sont les matières anciennes qui ont été formées par le sédiment des eaux; elles sont au contraire dans les fentes perpendiculaires, dans les cavernes au pied de ces fentes, et dans les autres endroits où

les eaux peuvent agir et pénétrer. Ces matières, venant à s'enflammer, produiront une grande quantité d'air, dont le ressort comprimé dans un petit espace, comme celui d'une caverne, non-seulement ébranlera le terrain supérieur, mais cherchera des routes pour s'échapper et se mettre en liberté. Les routes qui se présentent sont les cavernes et les tranchées formées par les eaux et par les ruisseaux souterrains; l'air raréfié se précipitera avec violence dans tous ces passages qui lui sont ouverts, et il formera un vent furieux dans ces routes souterraines dont le bruit se fera entendre à la surface de la terre, et en accompagnera l'ébranlement et les secousses; ce vent souterrain produit par le feu s'étendra tout aussi loin que les cavités ou tranchées souterraines, et causera un tremblement plus ou moins violent à mesure qu'il s'éloignera du foyer, et qu'il trouvera des passages plus ou moins étroits: ce mouvement se faisant en longueur, l'ébranlement se fera de même, et le tremblement se fera sentir dans une longue zone de terrain; cet air ne produira aucune éruption, aucun volcan, parce qu'il aura trouvé assez d'espace pour s'étendre, ou bien parce qu'il aura trouvé des issues et qu'il sera sorti en forme de vent et de vapeur. Et quand même on ne voudrait pas convenir qu'il existe en effet des routes souterraines par lesquelles cet air et ces vapeurs souterraines peuvent passer, on conçoit bien que dans le lieu même où se fait la première explosion, le terrain étant soulevé à une hauteur considérable, il est nécessaire que celui qui avoisine ce lieu se divise et se fende horizontalement pour suivre le mouvement du premier, ce qui suffit pour faire des routes qui, de proche en proche, peuvent communiquer le mouvement à une très-grande distance. Cette explication s'accorde avec tous les phénomènes. Ce n'est pas dans le même instant ni à la même heure qu'un tremblement de terre se fait sentir en deux endroits distants, par exemple, de cent ou de deux cents lieues; il n'y a point de feu ni d'éruption au dehors par ces tremblements qui s'étendent au loin, et le bruit qui les accompagne presque toujours marque le mouvement progressif de ce vent souterrain. On peut encore confirmer ce que nous venons de dire, en le liant avec d'autres faits: on sait que les mines exhalent des vapeurs; indépendamment des vents produits par le courant des eaux, on y remarque souvent des courants d'un air malsain et de vapeurs suffocantes: on sait aussi qu'il y a sous la terre des trous, des abîmes, des lacs profonds qui produisent des vents, comme le lac de Boleslaw en Bohême, dont nous avons parlé.

Tout ceci bien entendu, je ne vois pas trop comment on peut croire que les tremblements de terre ont pu produire des montagnes, puisque la cause même de ces tremblements sont des matières minérales et sulfureuses qui ne se trouvent ordinairement que dans les fentes perpendiculaires des montagnes et dans les autres cavités de la terre, dont le plus grand nombre a été produit par les eaux; que ces matières en s'enflammant ne produisent qu'une explosion momentanée et des vents violents qui suivent les routes souterraines des eaux; que la durée des tremblements n'est en effet que momentanée à la surface de la terre, et que par conséquent leur cause n'est qu'une explosion et non pas un incendie durable; et qu'enfin ces tremblements qui ébranlent un grand espace, et qui s'étendent à des distances très-considérables, bien loin d'élever des chaînes de montagnes, ne soulèvent pas la terre d'une quantité sensible, et ne produisent pas la plus petite colline dans toute la longueur de leur cours.

Les tremblements de terre sont, à la vérité, bien plus fréquents dans les endroits où sont les volcans qu'ailleurs, comme en Sicile et à Naples: on sait, par les observations faites en différents temps, que les plus violents tremblements de terre arrivent dans le temps des grandes éruptions des volcans; mais ces tremblements ne sont pas ceux qui s'étendent le plus loin, et ils ne pourraient jamais produire une chaîne de montagnes.

On a quelquefois observé que les matières rejetées de l'Etna, après avoir été refroidies pendant plusieurs années, et ensuite humectées par l'eau des pluies, se sont rallumées et ont jeté des flammes avec une explosion assez violente, qui produisait même une espèce de petit tremblement.

En 1669, dans une furieuse éruption de l'Etna, qui commença le 11 mars, le sommet de la montagne baissa considérablement, comme tous ceux qui avaient vu cette montagne avant cette éruption s'en aperçurent (Voyez *Trans. Phil. Ab.* vol. II, page 387); ce qui prouve que le feu du volcan vient plutôt du sommet que de la profondeur intérieure de la montagne. Borelli est du même sentiment, et il dit précisément « que « le feu des volcans ne vient pas du centre ni

« du pied de la montagne, mais qu'an contraire « il sort du sommet et ne s'allume qu'à une « très-petite profondenr. » (Voyez *Borelli*, *de Incendiis montis Ætnæ.*)

Le mont Vésuve a souvent rejeté, dans ses éruptions, une grande quantité d'ean bouillante : M. Ray, dont le sentiment est que le feu des volcans vient d'une très-grande profondeur, dit que c'est de l'eau de la mer qui communique aux cavernes intérieures du pied de cette montagne; il en donne pour preuve la sécheresse et l'aridité du sommet du Vésuve, et le mouvement de la mer, qui, dans le temps de ces violentes éruptions, s'éloigne des côtes, et diminne au point d'avoir laissé quelquefois à sec le port de Naples. Mais quand ces faits seraient bien certains, ils ne prouveraient pas d'une manière solide que le feu des volcans vient d'nne grande profondeur; car l'eau qu'ils rejettent est certainement l'eau des pluies qui pénètre par les fentes, et qui se ramasse dans les cavités de la montagne : on voit déconler des eanx vives et des ruisseaux dn sommet des volcans, comme il en déconle des autres montagnes élevées; et, comme elles sont creuses et qu'elles ont été plus ébranlées que les antres montagnes, il n'est pas étonnant que les eaux se ramassent dans les cavernes qu'elles contiennent dans leur intérienr, et que ces caux soient rejetées dans le temps des éruptions avec les antres matières : à l'égard du mouvement de la mer, il provient uniquement de la secousse commnniquée aux eaux par l'explosion; ce qui doit les faire affluer ou refluer, suivant les différentes circonstances.

Les matières que rejettent les volcans sortent le plns sonvent sons la forme d'un torrent de minéraux fondus, qui inonde tous les environs de ces montagnes : ces fleuves de matières liquéfiées s'étendent même à des distances considérables; et en se refroidissant, ces matières qui sont en fusion forment des conches horizontales ou inclinées, qui, pour la position, sont semblables aux couches formées par les sédiments des eanx. Mais il est fort aisé de distinguer ces couches prodnites par l'expansion des matières rejetées des volcans, de celles qui ont pour origine les sédiments de la mer : 1° parce que ces couches ne sont pas d'égale épaisseur partont; 2° parce qu'elles ne contiennent que des matières qu'on reconnait évidemment avoir été calcinées, vitrifiées ou fondues; 3° parce qu'elles ne s'étendent pas à une grande distance. Comme il y a au Pérou un grand nombre de volcans, et que le pied de la plupart des montagnes des Cordilières est recouvert de ces matières rejetées par ces volcans, il n'est pas étonnant qu'on ne tronve pas de coquilles marines dans ces couches de terre; elles ont été calcinées et détruites par l'aetion du feu : mais je suis persuadé que si l'on creusait dans la terre argileuse qui, selon M. Bouguer, est la terre ordinaire de la vallée de Quito, on y tronverait des coquilles, comme l'on en trouve partout ailleurs, en supposant que cette terre soit vraiment de l'argile, et qu'elle ne soit pas, comme celle qui est au pied des montagnes, un terrain formé par les matières rejetées des volcans.

On a souvent demandé pourquoi les volcans se trouvent tous dans les hautes montagnes. Je crois avoir satisfait en partie à eette question dans le discours précédent; mais comme je ne suis pas entré dans un assez grand détail, j'ai cru qne je ne devais pas finir cet article sans développer davantage ce que j'ai dit sur ce sujet.

Les pics ou les pointes des montagnes étaient autrefois recouvertes et environnées de sables et de terres que les eaux pluviales ont entraînés dans les vallées; il n'est resté que les rochers et les pierres qui formaient le noyau de la montagne. Ce noyau, se trouvant à découvert et déchaussé jusqu'an pied, aura encore été dégradé par les injures de l'air; la gelée en aura détaché de grosses et de petites parties qui auront roulé au bas; en même temps elle aura fait fendre plusieurs rochers an sommet de la montagne; ceux qui forment la base de ce sommet se trouvant découverts, et n'étant plus appuyés par les terres qui les environnaient, auront un pen cédé, et en s'écartant les uns des autres ils auront formé de petits intervalles : cet ébranlement des rochers inférieurs n'aura pu se faire sans communiquer aux rochers supérieurs un monvement plus grand; ils se seront fendus ou écartés les uns des antres. Il se sera donc formé dans ce noyau de montagne une infinité de petites et de grandes fentes perpendiculaires, depuis le sommet jusqu'à la base des rochers inférieurs; les pluies auront pénétré dans toutes ces fentes, et elles auront détaché, dans l'intérieur de la montagne, toutes les parties minérales et toutes les antres matières qu'elles auront pu enlever ou dissoudre; elles auront formé des pyrites, des sonfres et d'autres matières combustibles; et lorsque, par la succession des temps, ces matiè-

res se seront accumulées en grande quantité, elles auront fermenté, et en s'enflammant elles auront produit les explosions et les autres effets des volcans. Peut-être aussi y avait-il dans l'intérieur de la montagne des amas de ces matières minérales déjà formés, avant que les pluies pussent y pénétrer; dès qu'il se sera fait des ouvertures et des fentes qui auront donné passage à l'eau et à l'air, ces matieres se seront enflammées et auront formé un volcan. Aucun de ces mouvements ne pouvant se faire dans les plaines, puisque tout est en repos, et que rien ne peut se déplacer, il n'est pas surprenant qu'il n'y ait aucun volcan dans les plaines, et qu'ils se trouvent tous en effet dans les hautes montagnes.

Lorsqu'on a ouvert des minières de charbon de terre, que l'on trouve ordinairement dans l'argile à une profondeur considérable, il est arrivé quelquefois que le feu s'est mis à ces matieres; il y a même des mines de charbon en Écosse, en Flandre, etc., qui brûlent continuellement depuis plusieurs années : la communication de l'air suffit pour produire cet effet. Mais ces feux qui se sont allumés dans ces mines ne produisent que de légères explosions, et ils ne forment pas des volcans, parce que tout étant solide et plein dans ces endroits, le feu ne peut pas être excité, comme celui des volcans dans lesquels il y a des cavités et des vides où l'air pénètre; ce qui doit nécessairement étendre l'embrasement et peut augmenter l'action du feu au point où nous la voyons lorsqu'elle produit les terribles effets dont nous avons parlé.

ADDITIONS

À L'ARTICLE QUI A POUR TITRE :

DES TREMBLEMENTS DE TERRE ET DES VOLCANS.

Sur les tremblements de terre.

Il y a deux causes qui produisent les tremblements de terre : la première est l'affaissement subit des cavités de la terre; et la seconde, encore plus fréquente et plus violente que la première, est l'action des feux souterrains.

Lorsqu'une caverne s'affaisse dans le milieu des continents, elle produit par sa chute une commotion qui s'étend à une plus ou moins grande distance, selon la quantité du mouvement donné par la chute de cette masse à la terre; et à moins que le volume n'en soit fort grand et ne tombe de très-haut, sa chute ne produira pas une secousse assez violente pour qu'elle se fasse ressentir à de grandes distances : l'effet en est borné aux environs de la caverne affaissée; et, si le mouvement se propage plus loin, ce n'est que par de petits trémoussements et de légères trépidations.

Comme la plupart des montagnes primitives reposent sur des cavernes, parce que, dans le moment de la consolidation, ces éminences ne se sont formées que par des boursouflures, il s'est fait, et il se fait encore de nos jours, des affaissements dans ces montagnes, toutes les fois que les voûtes des cavernes minées par les eaux ou ébranlées par quelque tremblement, viennent à s'écrouler : une portion de la montagne s'affaisse en bloc, tantôt perpendiculairement, mais plus souvent en s'inclinant beaucoup et quelquefois même en culbutant. On en a des exemples frappants dans plusieurs parties des Pyrénées, où les couches de la terre, jadis horizontales, sont souvent inclinées de plus de quarante-cinq degrés; ce qui démontre que la masse entière de chaque portion de montagne dont les bancs sont parallèles entre eux a penché tout en bloc, et s'est assise dans le moment de l'affaissement sur une base inclinée de quarante-cinq degrés : c'est la cause la plus générale de l'inclinaison des couches dans les montagnes. C'est par la même raison que l'on trouve souvent, entre deux éminences voisines, des couches qui descendent de la première et remontent à la seconde, après avoir traversé le vallon. Ces couches sont horizontales et gisent à la même hauteur dans les deux collines opposées, entre lesquelles la caverne s'étant écroulée, la terre s'est affaissée, et le vallon s'est formé sans autre dérangement dans les couches de la terre que le plus ou moins d'inclinaison, suivant la profondeur du vallon et la pente des deux coteaux correspondants.

C'est là le seul effet sensible de l'affaissement des cavernes dans les montagnes et dans les autres parties des continents terrestres : mais toutes les fois que cet effet arrive dans le sein de la mer, où les affaissements doivent être plus fréquents que sur la terre, puisque l'eau mine continuellement les voûtes dans tous les endroits où elles soutiennent le fond de la mer, alors ces affaissements, non-seulement dérangent et font pencher les couches de la terre, mais

ils produisent encore un autre effet sensible en faisant baisser le niveau des mers; sa hauteur s'est déjà déprimée de deux mille toises par ces affaissements successifs depuis la première occupation des eaux; et comme toutes les cavernes sous-marines ne sont pas encore à beaucoup près entièrement écroulées, il est plus que probable que l'espace des mers, s'approfondissant de plus en plus, se rétrécira par la surface; et que, par conséquent, l'étendue de tous les continents terrestres continuera toujours d'augmenter par la retraite et l'abaissement des eaux.

Une seconde cause, plus puissante que la première, concourt avec elle pour produire le même effet; c'est la rupture et l'affaissement des cavernes par l'effort des feux sous-marins. Il est certain qu'il ne se fait aucun mouvement, aucun affaissement dans le fond de la mer, que sa surface ne baisse; et si nous considérons en général les effets des feux souterrains, nous reconnaîtrons que dès qu'il y a du feu, la commotion de la terre ne se borne point à de simples trépidations, mais que l'effort du feu soulève, entr'ouvre la mer et la terre par des secousses violentes et réitérées, qui non-seulement renversent et détruisent les terres voisines, mais encore ébranlent celles qui sont éloignées, et ravagent ou bouleversent tout ce qui se trouve sur la route de leur direction.

Ces tremblements de terre, causés par les feux souterrains, précèdent ordinairement les éruptions des volcans et cessent avec elles, et quelquefois même au moment où ce feu renfermé s'ouvre un passage dans les flancs de la terre et porte sa flamme dans les airs. Souvent aussi ces tremblements épouvantables continuent tant que les éruptions durent : ces deux effets sont intimement liés ensemble, et jamais il ne s'est fait une grande éruption dans un volcan, sans qu'elle ait été précédée, ou du moins accompagnée d'un tremblement de terre; au lieu que très-souvent on ressent des secousses même assez violentes sans éruption de feu. Ces mouvements où le feu n'a point de part proviennent non-seulement de la première cause que nous avons indiquée, c'est-à-dire de l'écroulement des cavernes, mais aussi de l'action des vents et des orages souterrains. On a nombre d'exemples de terres soulevées ou affaissées par la force de ces vents intérieurs. M. le chevalier Hamilton, homme aussi respectable par son caractère qu'admirable par l'étendue de ses connaissances et de ses recherches en ce genre, m'a dit avoir vu entre Trente et Vérone, près du village de *Roveredo*, plusieurs monticules composés de grosses masses de pierres calcaires, qui ont été évidemment soulevées par diverses explosions causées par des vents souterrains. Il n'y a pas le moindre indice de l'action du feu sur ces rochers ni sur leurs fragments : tout le pays des deux côtés du grand chemin, dans une longueur de près d'une lieue, a été bouleversé de place en place par ces prodigieux efforts des vents souterrains. Les habitants disent que cela est arrivé tout à coup par l'effet d'un tremblement de terre.

Mais la force du vent, quelque violent qu'on puisse le supposer, ne me paraît pas une cause suffisante pour produire d'aussi grands effets; et, quoiqu'il n'y ait aucune apparence de feu dans ces monticules soulevés par la commotion de la terre, je suis persuadé que ces soulèvements se sont faits par des explosions électriques de la foudre souterraine, et que les vents intérieurs n'y ont contribué qu'en produisant ces orages électriques dans les cavités de la terre. Nous réduirons donc à trois causes tous les mouvements convulsifs de la terre : la première et la plus simple est l'affaissement subit des cavernes; la seconde, les orages et les coups de foudre souterraine; et la troisième, l'action et les efforts des feux allumés dans l'intérieur du globe. Il me paraît qu'il est aisé de rapporter à l'une de ces trois causes tous les phénomènes qui accompagnent ou suivent les tremblements de terre.

Si les mouvements de la terre produisent quelquefois des éminences, ils forment encore plus souvent des gouffres. Le 15 octobre 1773, il s'est ouvert un gouffre sur le territoire du bourg *Induno*, dans les états de Modène, dont la cavité a plus de quatre cents brasses de largeur sur deux cents de profondeur. En 1726, dans la partie septentrionale de l'Islande, une montagne d'une hauteur considérable s'enfonça, en une nuit, par un tremblement de terre, et un lac très-profond prit sa place : dans la même nuit, à une lieue et demie de distance, un ancien lac, dont on ignorait la profondeur, fut entièrement desséché, et son fond s'éleva de manière à former un monticule assez haut, que l'on voit encore aujourd'hui. Dans les mers voisines de la Nouvelle-Bretagne, les tremblements de terre, dit M. de Bougainville, ont de terribles conséquences pour la navigation. Les 7 juin, 12 et

17 juillet 1768, il y en a eu trois à Boéro, et le 22 de ce même mois, un à la Nouvelle-Bretagne. Quelquefois ces tremblements anéantissent des îles et des bancs de sables connus; quelquefois aussi ils en créent où il n'y en avait pas.

Il y a des tremblements de terre qui s'étendent très-loin, et toujours plus en longueur qu'en largeur : l'un des plus considérables est celui qui se fit ressentir au Canada, en 1663; il s'étendit sur plus de deux cents lieues de longueur et cent lieues de largeur, c'est-à-dire sur plus de vingt mille lieues superficielles. Les effets du dernier tremblement de terre du Portugal se sont fait de nos jours ressentir encore plus loin: M. le chevalier de Saint-Sauveur, commandant pour le roi, à Méruels, a dit à M. de Gensanne, qu'en se promenant sur la rive gauche de la *Jouante*, en Languedoc, le ciel devint tout à coup fort noir, et qu'un moment après il aperçut, au bas du coteau qui est à la rive droite de cette rivière, un globe de feu qui éclata d'une manière terrible. Il sortit de l'intérieur de la terre un tas de rochers considérables, et toute cette chaîne de montagnes se fendit depuis Méruels jusqu'à Florac, sur près de six lieues de longueur : cette fente a dans certains endroits plus de deux pieds de largeur, et elle est en partie comblée. Il y a d'autres tremblements de terre qui semblent se faire sans secousses et sans grande émotion. Kolbe rapporte que, le 24 septembre 1707, depuis huit heures du matin jusqu'à dix heures, la mer monta sur la contrée du cap de Bonne-Espérance, et en descendit sept fois de suite et avec une telle vitesse que, d'un moment à l'autre, la plage était alternativement couverte et découverte par les eaux.

Je puis ajouter, au sujet des effets des tremblements de terre et de l'éboulement des montagnes par l'affaissement des cavernes, quelques faits assez récents et qui sont bien constatés. En Norwége, un promontoire appelé *Hammers-Fields*, tomba tout à coup en entier. Une montagne fort élevée et presque adjacente à celle de Chimboraço, l'une des plus hautes des Cordilières, dans la province de Quito, s'écroula tout à coup. Le fait avec ses circonstances est rapporté dans les Mémoires de MM. de la Condamine et Bouguer. Il arrive souvent de pareils éboulements et de grands affaissements dans les îles des Indes méridionales. A *Gamma-Canore*, où les Hollandais ont un établissement, une haute montagne s'écroula tout à coup, en 1673, par un temps calme et fort beau, ce qui fut suivi d'un tremblement de terre qui renversa les villages d'alentour où plusieurs milliers de personnes périrent. Le 11 août 1772, dans l'île de Java, province de *Chéribou*, l'une des plus riches possessions des Hollandais, une montagne d'environ trois lieues de circonférence s'abîma tout à coup, s'enfonçant et se relevant alternativement comme les flots de la mer agitée : en même temps, elle laissait échapper une quantité prodigieuse de globes de feu qu'on apercevait de très-loin, et qui jetaient une lumière aussi vive que celle du jour; toutes les plantations et trente-neuf négreries ont été englouties avec deux mille cent quarante habitants, sans compter les étrangers [1]. Nous pourrions recueillir plusieurs autres exemples de l'affaissement des terres et de l'écroulement des montagnes par la rupture des cavernes, par les secousses des tremblements de terre, et par l'action des volcans : mais nous en avons dit assez pour qu'on ne puisse contester les inductions et les conséquences générales que nous avons tirées de ces faits particuliers.

Des volcans.

Les anciens nous ont laissé quelques notices des volcans qui leur étaient connus, et particulièrement de l'Etna et du Vésuve. Plusieurs observateurs savants et curieux ont de nos jours examiné de plus près la forme et les effets de ces volcans : mais la première chose qui frappe en comparant ces descriptions, c'est qu'on doit renoncer à transmettre à la postérité la topographie exacte et constante de ces montagnes ardentes; leur forme s'altère et change, pour ainsi dire, chaque jour; leur surface s'élève ou s'abaisse en différents endroits; chaque éruption produit de nouveaux gouffres ou des éminences nouvelles : s'attacher à décrire tous ces changements, c'est vouloir suivre et représenter les ruines d'un bâtiment incendié. Le Vésuve de Pline et l'Etna d'Empédocle présentaient une face et des aspects différents de ceux qui nous sont aujourd'hui si bien représentés par MM. Hamilton et Brydone; et, dans quelques siècles, ces descriptions récentes ne ressembleront plus à leur objet. Après la surface des mers, rien sur

[1] Voyez la Gazette de France, 21 mai 1773, article de La Haye.

le globe n'est plus mobile et plus inconstant que la surface des volcans : mais de cette inconstance même et de cette variation de mouvements et de formes, on peut tirer quelques conséquences générales en réunissant les observations particulières.

Exemples des changements arrivés dans les volcans.

La base de l'Etna peut avoir soixante lieues de circonférence, et sa hauteur perpendiculaire est d'environ deux mille toises au-dessus du niveau de la mer Méditerranée. On peut donc regarder cette énorme montagne comme un cône obtus, dont la superficie n'a guère moins de trois cents lieues carrées : cette superficie conique est partagée en quatre zones placées concentriquement les unes au-dessus des autres. La première et la plus large s'étend à plus de six lieues, toujours en montant doucement, depuis le point le plus éloigné de la base de la montagne ; et cette zone de six lieues de largeur est peuplée et cultivée presque partout. La ville de Catane et plusieurs villages se trouvent dans cette première enceinte, dont la superficie est de plus de deux cent vingt lieues carrées. Tout le fond de ce vaste terrain n'est que de la lave ancienne et moderne, qui a coulé des différents endroits de la montagne où se sont faites les explosions des feux souterrains ; et la surface de cette lave, mêlée avec les cendres rejetées par ces différentes bouches à feu, s'est convertie en une bonne terre actuellement semée de grains et plantée de vignobles, à l'exception de quelques endroits où la lave, encore trop récente, ne fait que commencer à changer de nature et présente quelques espaces dénués de terre. Vers le haut de cette zone, on voit déjà plusieurs *cratères* ou coupes plus ou moins larges et profondes, d'où sont sorties les matières qui ont formé les terrains au-dessous

La seconde zone commence au-dessus de six lieues (depuis le point le plus éloigné dans la circonférence de la montagne). Cette seconde zone a environ deux lieues de largeur en montant : la pente en est plus rapide partout que celle de la première zone ; et cette rapidité augmente à mesure qu'on s'élève et qu'on s'approche du sommet. Cette seconde zone, de deux lieues de largeur, peut avoir en superficie quarante ou quarante-cinq lieues carrées : de magnifiques forêts couvrent toute son étendue, et semblent former un beau collier de verdure à la tête blanche et chenue de ce respectable mont. Le fond du terrain de ces belles forêts n'est néanmoins que de la lave et des cendres converties par le temps en terres excellentes ; et, ce qui est encore plus remarquable, c'est l'inégalité de la surface de cette zone ; elle ne présente partout que des collines, ou plutôt des montagnes, toutes produites par les différentes éruptions du sommet de l'Etna et des autres bouches à feu qui sont au-dessous de ce sommet, et dont plusieurs ont autrefois agi dans cette zone, actuellement couverte de forêts.

Avant d'arriver au sommet, et après avoir passé les belles forêts qui recouvrent la croupe de cette montagne, on traverse une troisième zone, où il ne croît que de petits végétaux. Cette région est couverte de neige en hiver, qui fond pendant l'été ; mais ensuite, on trouve la ligne de neige permanente, qui marque le commencement de la quatrième zone, et s'étend jusqu'au sommet de l'Etna. Ces neiges et ces glaces occupent environ deux lieues en hauteur, depuis la région des petits végétaux jusqu'au sommet, lequel est également couvert de neige et de glace : il est exactement d'une figure conique, et l'on voit dans son intérieur le grand cratère du volcan, duquel il sort continuellement des tourbillons de fumée. L'intérieur de ce cratère est en forme de cône renversé, s'élevant également de tous côtés : il n'est composé que de cendres et d'autres matières brûlées, sorties de la bouche du volcan, qui est au centre du cratère. L'extérieur de ce sommet est fort escarpé ; la neige y est couverte de cendres, et il y fait un très-grand froid. Sur le côté septentrional de cette région de neige, il y a plusieurs petits lacs qui ne dégèlent jamais. En général, le terrain de cette dernière zone est assez égal et d'une même pente, excepté dans quelques endroits ; et ce n'est qu'au-dessous de cette région de neige qu'il se trouve un grand nombre d'inégalités, d'éminences et de profondeurs, produites par les éruptions, et que l'on voit les collines et les montagnes plus ou moins nouvellement formées, et composées de matières rejetées par ces différentes bouches à feu.

Le cratère du sommet de l'Etna, en 1770, avait, selon M. Brydone, plus d'une lieue de circonférence, et les auteurs anciens et modernes lui ont donné des dimensions très-différentes : néanmoins tous ces auteurs ont raison, parce que toutes les dimensions de cette bouche

à feu ont changé; et tout ce que l'on doit inférer de la comparaison des différentes descriptions qu'on en a faites, c'est que le cratère, avec ses bords, s'est éboulé quatre fois depuis six ou sept cents ans. Les matériaux dont il est formé retombent dans les entrailles de la montagne, d'où ils sont ensuite rejetés par de nouvelles éruptions qui forment un autre cratère, lequel s'augmente et s'élève par degrés, jusqu'à ce qu'il retombe de nouveau dans le même gouffre du volcan.

Ce haut sommet de la montagne n'est pas le seul endroit où le feu souterrain ait fait éruption; on voit, dans tout le terrain qui forme les flancs et la croupe de l'Etna, et jusqu'à de très-grandes distances du sommet, plusieurs autres cratères qui ont donné passage au feu, et qui sont environnés de morceaux de rochers qui en sont sortis dans différentes éruptions. On peut même compter plusieurs collines, toutes formées par l'éruption de ces petits volcans qui environnent le grand; chacune de ces collines offre à son sommet une coupe ou cratère, au milieu duquel on voit la bouche ou plutôt le gouffre profond de chacun de ces volcans particuliers. Chaque éruption de l'Etna a produit une nouvelle montagne; et peut-être, dit M. Brydone, que leur nombre servirait mieux que toute autre méthode à déterminer celui des éruptions de ce fameux volcan.

La ville de Catane, qui est au bas de la montagne, a souvent été ruinée par le torrent des laves qui sont sorties du pied de ces nouvelles montagnes, lorsqu'elles se sont formées. En montant de Catane à Nicolosi, on parcourt douze milles de chemin dans un terrain formé d'anciennes laves, et dans lequel on voit des bouches de volcans éteints, qui sont à présent des terres couvertes de blé, de vignobles et de vergers. Les laves qui forment cette région proviennent de l'éruption de ces petites montagnes qui sont répandues partout sur les flancs de l'Etna : elles sont toutes sans exception d'une figure régulière, soit hémisphérique, soit conique : chaque éruption crée ordinairement une de ces montagnes. Ainsi l'action des feux souterrains ne s'élève pas toujours jusqu'au sommet de l'Etna; souvent ils ont éclaté sur la croupe, et pour ainsi dire jusqu'au pied de cette montagne ardente. Ordinairement chacune de ces éruptions du flanc de l'Etna produit une montagne nouvelle, composée des rochers, des pierres et des cendres lancées par la force du feu; et le volume de ces montagnes nouvelles est plus ou moins énorme, à proportion du temps qu'a duré l'éruption : si elle se fait en peu de jours, elle ne produit qu'une colline d'environ une lieue de circonférence à la base, sur trois ou quatre cents pieds de hauteur perpendiculaire; mais si l'éruption a duré quelques mois, comme celle de 1669, elle produit alors une montagne considérable de deux ou trois lieues de circonférence sur neuf cents ou mille pieds d'élévation; et toutes ces collines enfantées par l'Etna, qui a douze mille pieds de hauteur, ne paraissent être que de petites éminences faites pour accompagner la majesté de la mère montagne.

Dans le Vésuve, qui n'est qu'un très-petit volcan en comparaison de l'Etna, les éruptions des flancs de la montagne sont rares, et les laves sortent ordinairement du cratère qui est au sommet; au lieu que dans l'Etna, les éruptions se sont faites bien plus souvent par les flancs de la montagne que par son sommet, et les laves sont sorties de chacune de ces montagnes formées par des éruptions sur les côtés de l'Etna. M. Brydone dit d'après M. Recupero, que les masses de pierres lancées par l'Etna s'élèvent si haut, qu'elles emploient vingt et une secondes de temps à descendre et retomber à terre, tandis que celles du Vésuve tombent en neuf secondes; ce qui donne mille deux cent quinze pieds pour la hauteur à laquelle s'élèvent les pierres lancées par le Vésuve, et six mille six cent quinze pieds pour la hauteur à laquelle montent celles qui sont lancées par l'Etna; d'où l'on pourrait conclure, si les observations sont justes, que la force de l'Etna est à celle du Vésuve, comme quatre cent quarante et un sont à quatre-vingt-un, c'est-à-dire cinq à six fois plus grande. Et ce qui prouve d'une manière démonstrative que le Vésuve n'est qu'un très-faible volcan en comparaison de l'Etna, c'est que celui-ci paraît avoir enfanté d'autres volcans plus grands que le Vésuve : « Assez près de la *caverne des* « *Chèvres*, dit M. Brydone, on voit deux des « plus belles montagnes qu'ait enfantées l'Et- « na; chacun des cratères de ces deux monta- « gnes est beaucoup plus large que celui du « Vésuve : ils sont à présent remplis par des « forêts de chênes, et revêtus jusqu'à une grande « profondeur d'un sol très-fertile; le fond du « sol est composé de laves dans cette région « comme dans toutes les autres, depuis le pied « de la montagne jusqu'au sommet. La mon-

« tagne conique, qui forme le sommet de l'Etna et contient son cratère, a plus de trois « lieues de circonférence; elle est extrêmement « rapide, et couverte de neige et de glace en « tout temps. Ce grand cratère a plus d'une « lieue de circonférence en dedans, et il forme « une excavation qui ressemble à un vaste amphithéâtre; il en sort des nuages de fumée « qui ne s'élèvent point en l'air, mais roulent « vers le bas de la montagne : le cratère est si « chaud, qu'il est très-dangereux d'y descendre. La grande bouche du volcan est près du « centre du cratère; quelques-uns des rochers « lancés par le volcan hors de son cratère sont « d'une grandeur incroyable: le plus gros qu'ait « vomi le Vésuve est de forme ronde et a environ douze pieds de diamètre; ceux de l'Etna « sont bien plus considérables, et proportionnés à la différence qui se trouve entre les « deux volcans. »

Comme toute la partie qui environne le sommet de l'Etna présente un terrain égal, sans collines ni vallées jusqu'à plus de deux lieues de distance en descendant, et qu'on y voit encore aujourd'hui les ruines de la tour du philosophe Empédocle, qui vivait quatre cents ans avant l'ère chrétienne, il y a toute apparence que, depuis ce temps, le grand cratère du sommet de l'Etna n'a fait que peu ou point d'éruptions; la force du feu a donc diminué, puisqu'il n'agit plus avec violence au sommet, et que toutes les éruptions modernes se sont faites dans les régions plus basses de la montagne. Cependant, depuis quelques siècles, les dimensions de ce grand cratère du sommet de l'Etna ont souvent changé : on le voit par les mesures qu'en ont données les auteurs siciliens en différents temps. Quelquefois il s'est écroulé; ensuite il s'est reformé en s'élevant peu à peu jusqu'à ce qu'il s'écroulât de nouveau. Le premier de ces écroulements bien constaté est arrivé en 1157, un second en 1329, un troisième en 1444, et le dernier en 1669. Mais je ne crois pas qu'on doive en conclure avec M. Brydone, que dans peu le cratère s'écroulera de nouveau; l'opinion que cet effet doit arriver tous les cent ans ne me paraît pas assez fondée, et je serais, au contraire, très-porté à présumer que le feu n'agissant plus avec la même violence au sommet de ce volcan, ses forces ont diminué et continueront à s'affaiblir à mesure que la mer s'éloignera davantage : il l'a déjà fait reculer de plusieurs milles par ses propres forces; il en a construit les digues et les côtes par ses torrents de laves; et d'ailleurs on sait, par la diminution de la rapidité du Charybde et du Scylla et par plusieurs autres indices, que la mer de Sicile a considérablement baissé depuis deux mille cinq cents ans : ainsi l'on ne peut guère douter qu'elle ne continue à s'abaisser, et que, par conséquent, l'action des volcans voisins ne se ralentisse; en sorte que le cratère de l'Etna pourra rester très-longtemps dans son état actuel, et que, s'il vient à retomber dans ce gouffre, ce sera peut-être pour la dernière fois. Je crois encore pouvoir présumer que, quoique l'Etna doive être regardé comme une des montagnes primitives du globe à cause de sa hauteur et de son immense volume, et que très-anciennement il ait commencé d'agir dans le temps de la retraite générale des eaux, son action a néanmoins cessé après cette retraite, et qu'elle ne s'est renouvelée que dans des temps assez modernes, c'est-à-dire lorsque la mer Méditerranée, s'étant élevée par la rupture du Bosphore, et de Gibraltar, a inondé les terres entre la Sicile et l'Italie, et s'est approchée de la base de l'Etna. Peut-être la première des éruptions nouvelles de ce fameux volcan est-elle encore postérieure à cette époque de la nature. « Il me paraît évident, dit M. Brydone, « que l'Etna ne brûlait pas au siècle d'Homère « ni même longtemps auparavant; autrement, « il serait impossible que ce poëte eût tant parlé « de la Sicile sans faire mention d'un objet si « remarquable » Cette réflexion de M. Brydone est très-juste; ainsi, ce n'est qu'après le siècle d'Homère qu'on doit dater les nouvelles éruptions de l'Etna : mais on peut voir, par les tableaux poétiques de Pindare, de Virgile, et par les descriptions des autres auteurs anciens et modernes, combien en dix-huit ou dix-neuf cents ans la face entière de cette montagne et des contrées adjacentes a subi de changements et d'altérations, par les tremblements de terre, par les éruptions, par les torrents de laves, et enfin par la formation de la plupart des collines et des gouffres produits par tous ces mouvements. Au reste, j'ai tiré les faits que je viens de rapporter de l'excellent ouvrage de M. Brydone; et j'estime assez l'auteur pour croire qu'il ne trouvera pas mauvais que je ne sois pas de son avis sur la puissance de l'aspiration des volcans et sur quelques autres conséquences qu'il a cru devoir tirer des faits; personne, avant

M. Brydone, ne les avait si bien observés et si clairement présentés, et tous les savants doivent se réunir pour donner à son ouvrage les éloges qu'il mérite.

Les torrents de verre en fusion auxquels on a donné le nom de *laves*, ne sont pas, comme on pourrait le croire, le premier produit de l'éruption d'un volcan : ces éruptions s'annoncent ordinairement par un tremblement de terre plus ou moins violent, premier effet de l'effort du feu qui cherche à sortir et à s'échapper au dehors ; bientôt il s'échappe en effet, et s'ouvre une route dont il élargit l'issue, en projetant au dehors les rochers et toutes les terres qui s'opposaient à son passage ; ces matériaux, lancés à une grande distance, retombent les uns sur les autres, et forment une éminence plus ou moins considérable à proportion de la durée et de la violence de l'éruption. Comme toutes les terres rejetées sont penétrées de feu, et la plupart converties en cendres ardentes, l'éminence qui en est composée est une montagne de feu solide, dans laquelle s'achève la vitrification d'une grande partie de la matière par le fondant des cendres; dès lors cette matière fondue fait effort pour s'écouler, et la lave éclate et jaillit ordinairement au pied de la nouvelle montagne qui vient de la produire ; mais, dans les petits volcans, qui n'ont pas assez de force pour lancer au loin les matières qu'ils rejettent, la lave sort du haut de la montagne. On voit cet effet dans les éruptions du Vésuve : la lave semble s'élever jusque dans le cratère ; le volcan vomit auparavant des pierres et des cendres, qui, retombant à plomb sur l'ancien cratère, ne font que l'augmenter ; et c'est à travers cette matière additionnelle nouvellement tombée, que la lave s'ouvre une issue. Ces deux effets, quoique différents en apparence, sont néanmoins les mêmes : car, dans un petit volcan qui, comme le Vésuve, n'a pas assez de puissance pour enfanter de nouvelles montagnes en projetant au loin les matières qu'il rejette, toutes retombent sur le sommet ; elles en augmentent la hauteur; et c'est au pied de cette nouvelle couronne de matière que la lave s'ouvre un passage pour s'écouler. Ce dernier effort est ordinairement suivi du calme du volcan ; les secousses de la terre au dedans, les projections au dehors, cessent dès que la lave coule : mais les torrents de ce verre en fusion produisent des effets encore plus étendus, plus désastreux que ceux du mouvement de la montagne dans son éruption; ces fleuves de feu ravagent, détruisent, et même dénaturent la surface de la terre. Il est comme impossible de leur opposer une digue ; les malheureux habitants de Catane en ont fait la triste expérience : comme leur ville avait souvent été détruite en total ou en partie par les torrents de lave, ils ont construit de très-fortes murailles de cinquante-cinq pieds de hauteur; environnés de ces remparts, ils se croyaient en sûreté : les murailles résistèrent en effet au feu et au poids du torrent ; mais cette résistance ne servit qu'à le gonfler ; il s'éleva jusqu'au-dessus de ces remparts, retomba sur la ville, et détruisit tout ce qui se trouva sur son passage.

Ces torrents de lave ont souvent une demi-lieue et quelquefois jusqu'à deux lieues de largeur : « La dernière lave que nous avons traversée, dit M. Brydone, avant d'arriver à « Catane, est d'une si vaste étendue, que je « croyais qu'elle ne finirait jamais ; elle n'a cer« tainement pas moins de six ou sept milles de « large, et elle paraît être en plusieurs endroits « d'une profondeur énorme : elle a chassé en « arrière les eaux de la mer à plus d'un mille, « et a formé un large promontoire élevé et noir, « devant lequel il y a beaucoup d'eau. Cette « lave est stérile, et n'est couverte que de très-peu « de terreau : cependant elle est ancienne ; car, « au rapport de Diodore de Sicile, cette même « lave a été vomie par l'Etna au temps de la se« conde guerre punique : lorsque Syracuse était « assiégée par les Romains, les habitants de « *Taurominum* envoyèrent un détachement se« courir les assiégés; les soldats furent arrêtés « dans leur marche par ce torrent de lave, qui « avait déjà gagné la mer avant leur arrivée au « pied de la montagne ; il leur coupa entière« ment le passage.... Ce fait, confirmé par d'au« tres auteurs et même par des inscriptions et « des monuments, s'est passé il y a deux mille « ans; et cependant cette lave n'est encore cou« verte que de quelques végétaux parsemés, et « elle est absolument incapable de produire du « blé et des vins; il y a seulement quelques « gros arbres dans les crevasses qui sont rem« plies d'un bon terreau. La surface des laves « devient avec le temps un sol très-fertile.

« En allant en Piémont, continue M. Bry« done, nous passâmes sur un large pont con« struit entièrement de lave. Près de là, la ri« vière se prolonge à travers une autre lave,

« qui est très-remarquable et probablement une « des plus anciennes qui soient sorties de l'Etna; « le courant, qui est extrêmement rapide, l'a « rongée en plusieurs endroits, jusqu'à la pro- « fondeur de cinquante ou soixante pieds; et, « selon M. Recupero, son cours occupe une lon- « gueur d'environ quarante milles; elle est sor- « tie d'une éminence très-considérable sur le « côté septentrional de l'Etna; et, comme elle « a trouvé quelques vallées qui sont à l'est, elle « a pris son cours de ce côté : elle interrompt « la rivière d'*Alcantara* à diverses reprises, et « enfin elle arrive à la mer près de l'embou- « chure de cette rivière. La ville de Jaci et tou- « tes celles de cette côte sont fondées sur des « rochers immenses de laves, entassés les uns « sur les autres, et qui sont en quelques en- « droits d'une hauteur surprenante; car il parait « que ces torrents enflammés se durcissent en « rochers dès qu'ils sont arrivés à la mer... De « Jaci à Catane on ne marche que sur la lave; « elle a formé toute cette côte, et, en beaucoup « d'endroits, les torrents de lave ont repoussé « la mer à plusieurs milles en arrière de ses an- « ciennes limites... A Catane, près d'une voûte « qui est à présent à trente pieds de profondeur, « on voit un endroit escarpé où l'on distingue « plusieurs couches de lave, avec une de terre « très-épaisse sur la surface de chacune. S'il « faut deux mille ans pour former sur la lave « une légère couche de terre, il a dû s'écouler « un temps plus considérable entre chacune des « éruptions qui ont donné naissance à ces cou- « ches. On a percé à travers sept laves sépa- « rées, placées les unes sur les autres, et dont la « plupart sont couvertes d'un lit épais de bon « terreau; ainsi, la plus basse de ces couches « parait s'être formée il y a quatorze mille « ans.... En 1669, la lave forma un promontoire « à Catane, dans un endroit où il y avait plus « de cinquante pieds de profondeur d'eau, et ce « promontoire est élevé de cinquante autres « pieds au-dessus du niveau actuel de la mer. « Ce torrent de lave sortit au-dessous de *Montpe-* « *lieri*, vint frapper contre cette montagne, se « partagea ensuite en deux branches, et rava- « gea tout le pays qui est entre *Montpelieri* et « *Catane*, dont elle escalada les murailles avant « de se verser dans la mer; elle forma plusieurs « collines où il y avait autrefois des vallées, et « combla un lac étendu et profond, dont on n'a- « perçoit pas aujourd'hui le moindre vestige.... « La côte de Catane à Syracuse est partout éloi- « gnée de trente milles au moins du sommet de « l'Etna; et néanmoins cette côte, dans une « longueur de près de dix lieues, est formée des « laves de ce volcan : la mer a été repoussée « fort loin, en laissant des rochers élevés et des « promontoires de laves, qui défient la fureur « des flots, et leur présentent des limites qu'ils « ne peuvent franchir. Il y avait, dans le siè- « cle de Virgile, un beau port au pied de l'Etna; « il n'en reste aucun vestige aujourd'hui : c'est « probablement celui qu'on a appelé mal à pro- « pos le *port d'Ulysse*. On montre aujourd'hui « le lieu de ce port à trois ou quatre milles dans « l'intérieur du pays : ainsi la lave a gagné « toute cette étendue sur la mer, et a formé tous « ces nouveaux terrains..... L'étendue de cette « contrée, couverte de laves et d'autres matières « brûlées, est, selon M. Recupero, de cent qua- « tre-vingt-trois milles en circonférence, et ce « cercle augmente encore à chaque grande érup- « tion. »

Voilà donc une terre d'environ trois cents lieues superficielles, toute couverte ou formée par les projections des volcans, dans laquelle, indépendamment du pic de l'Etna, l'on trouve d'autres montagnes en grand nombre, qui toutes ont leurs cratères propres, et nous démontrent autant de volcans particuliers : il ne faut donc pas regarder l'Etna comme un seul volcan, mais comme un assemblage, une gerbe de volcans, dont la plupart sont éteints ou brûlent d'un feu tranquille, et quelques autres, en petit nombre, agissent encore avec violence. Le haut sommet de l'Etna ne jette maintenant que des fumées, et, depuis très-longtemps, il n'a fait aucune projection au loin, puisqu'il est partout environné d'un terrain sans inégalités à plus de deux lieues de distance, et qu'au-dessous de cette haute région couverte de neige, on voit une large zone de grandes forêts, dont le sol est une bonne terre de plusieurs pieds d'épaisseur. Cette zone inférieure est, à la vérité, semée d'inégalités, et présente des éminences, des vallons, des collines, et même d'assez grosses montagnes : mais, comme presque toutes ces inégalités sont couvertes d'une grande épaisseur de terre, et qu'il faut une longue succession de temps pour que les matières volcanisées se convertissent en terre végétale, il me paraît qu'on peut regarder le sommet de l'Etna et les autres bouches à feu qui l'environnaient jusqu'à

quatre ou cinq lieues au-dessous, comme des volcans presque éteints, ou du moins assoupis depuis nombre de siècles; car les éruptions dont on peut citer les dates depuis deux mille cinq cents ans, se sont faites dans la région plus basse, c'est-à-dire à cinq, six et sept lieues de distance du sommet. Il me paraît donc qu'il y a eu deux âges différents pour les volcans de la Sicile : le premier, très-ancien, où le sommet de l'Etna a commencé d'agir lorsque la mer universelle a laissé ce sommet à découvert et s'est abaissée à quelques centaines de toises au-dessous; c'est dès lors que se sont faites les premières éruptions qui ont produit les laves du sommet et formé les collines qui se trouvent au-dessous dans la région des forêts : mais ensuite les eaux, ayant continué de baisser, ont totalement abandonné cette montagne, ainsi que toutes les terres de la Sicile et des continents adjacents; et, après cette entière retraite des eaux, la Méditerranée n'était qu'un lac d'assez médiocre étendue, et ses eaux étaient très-éloignées de la Sicile et de toutes les contrées dont elle baigne aujourd'hui les côtes. Pendant tout ce temps, qui a duré plusieurs milliers d'années, la Sicile a été tranquille; l'Etna et les autres anciens volcans qui environnent son sommet ont cessé d'agir; et ce n'est qu'après l'augmentation de la Méditerranée par les eaux de l'Océan et de la mer Noire, c'est-à-dire après la rupture de Gibraltar et du Bosphore, que les eaux sont venues attaquer de nouveau les montagnes de l'Etna par leur base, et qu'elles ont produit les éruptions modernes et récentes, depuis le siècle de Pindare jusqu'à ce jour; car ce poëte est le premier qui ait parlé des éruptions des volcans de la Sicile. Il en est de même du Vésuve : il a fait longtemps partie des volcans éteints de l'Italie, qui sont en très-grand nombre; et ce n'est qu'après l'augmentation de la mer Méditerranée, que, les eaux s'en étant rapprochées, ses éruptions se sont renouvelées. La mémoire des premières et même de toutes celles qui avaient précédé le siècle de Pline, était entièrement oblitérée; et l'on ne doit pas en être surpris, puisqu'il s'est passé peut-être plus de dix mille ans depuis la retraite entière des mers jusqu'à l'augmentation de la Méditerranée, et qu'il y a ce même intervalle de temps entre la première action du Vésuve et son renouvellement. Toutes ces considérations semblent prouver que les feux souterrains ne peuvent agir avec violence que quand ils sont assez voisins des mers pour éprouver un choc contre un grand volume d'eau : quelques autres phénomènes particuliers paraissent encore démontrer cette vérité. On a vu quelquefois les volcans rejeter une grande quantité d'eau, et aussi des torrents de bitume. Le P. de la Torre, très-habile physicien, rapporte que, le 10 mars 1755, il sortit du pied de la montagne de l'Etna un large torrent d'eau qui inonda les campagnes d'alentour. Ce torrent roulait une quantité de sable si considérable, qu'elle remplit une plaine très-étendue. Ces eaux étaient fort chaudes. Les pierres et les sables laissés dans la campagne ne différaient en rien des pierres et du sable qu'on trouve dans la mer. Ce torrent d'eau fut immédiatement suivi d'un torrent de matière enflammée, qui sortit de la même ouverture [1].

Cette même éruption de 1755 s'annonça, dit M. d'Arthenay, par un si grand embrasement, qu'il éclairait plus de vingt-quatre milles de pays du côté de Catane; les explosions furent bientôt si fréquentes, que dès le 3 mars, on apercevait une nouvelle montagne au-dessus du sommet de l'ancienne, de la même manière que nous l'avons vu au Vésuve dans ces derniers temps. Enfin, les jurats de Mascali ont mandé, le 12, que le 9 du même mois les explosions devinrent terribles; que la fumée augmenta à tel point que tout le ciel en fut obscurci; qu'à l'entrée de la nuit, il commença à pleuvoir un déluge de petites pierres, pesant jusqu'à trois onces, dont tous le pays et les cantons circonvoisins furent inondés; qu'à cette pluie affreuse, qui dura plus de cinq quarts d'heure, en succéda une autre de cendres noires, qui continua toute la nuit; que, le lendemain, sur les huit heures du matin, le sommet de l'Etna vomit un fleuve d'eau comparable au Nil; que les anciennes laves les plus impraticables par leurs monstuosités, leurs coupures et leurs pointes, furent en un clin d'œil converties par ce torrent en une vaste plaine de sable; que l'eau, qui heureusement n'avait coulé que pendant un demi-quart d'heure, était très-chaude; que les pierres et les sables qu'elle avait charriés avec elle, ne différaient en rien des pierres et du sable de la mer; qu'après l'inondation, il était sorti de la même bouche un petit ruisseau de feu qui coula pendant

[1] Histoire du mont Vésuve, par le P. J. M. de la Torré, Journal étranger, mois de janvier 1756, pag. 203 et suiv.

vingt-quatre heures; que le 11, à un mille environ au-dessous de cette bouche, il se fit une crevasse par où déboucha une lave qui pouvait avoir cent toises de largeur et deux milles d'étendue, et qu'elle continuait son cours au travers de la campagne le jour même que M. d'Artbenay écrivait cette relation [1].

Voici ce que dit M. Brydone, au sujet de cette éruption : « Une partie des belles forêts « qui composent la seconde région de l'Etna, « fut détruite, en 1755, par un très-singulier « phénomène. Pendant une éruption du vol« can, un immense torrent d'eau bouillante sor« tit, *à ce qu'on imagine*, du grand cratère de « la montagne, en se répandant en un instant « sur sa base, en renversant et détruisant tout « ce qu'il rencontra dans sa course. Les traces « de ce torrent étaient encore visibles (en 1770). « Le terrain commençait à recouvrer sa verdure « et sa végétation, qui ont paru quelque temps « avoir été anéanties. Le sillon que ce torrent « d'eau a laissé semble avoir environ un mille « et demi de largeur, et davantage en quelques « endroits. Les gens éclairés du pays croient « communément que le volcan a quelque com« munication avec la mer, et qu'il éleva cette « eau par une force de succion : mais, dit M. Bry« done, l'absurdité de cette opinion est trop évi« dente pour avoir besoin d'être réfutée; la « force de succion seule, même en supposant « un vide parfait, ne pourrait jamais élever l'eau « à plus de trente-trois ou trente-quatre pieds, « ce qui est égal au poids d'une colonne d'air « dans toute la hauteur de l'atmosphère. » Je dois observer que M. Brydone me paraît se tromper ici, puisqu'il confond la force du poids de l'atmosphère avec la force de succion produite par l'action du feu. Celle de l'air, lorsqu'on fait le vide, est en effet limitée à moins de trente-quatre pieds; mais la force de succion ou d'aspiration du feu n'a point de bornes; elle est, dans tous les cas, proportionnelle à l'activité et à la quantité de la chaleur qui la produit, comme on le voit dans les fourneaux où l'on adapte des tuyaux aspiratoires. Ainsi, l'opinion *des gens éclairés du pays*, loin d'être absurde, me paraît bien fondée : il est nécessaire que les cavités des volcans communiquent avec la mer, sans cela ils ne pourraient vomir ces immenses torrents d'eau ni même faire aucune éruption, puisque aucune puissance, à l'exception de l'eau choquée contre le feu, ne peut produire d'aussi violents effets.

Le volcan Pacayita, nommé *volcan de l'eau* par les Espagnols, jette des torrents d'eau dans toutes ses éruptions; la dernière détruisit, en 1773, la ville de Guatimala, et des torrents d'eau et de laves descendirent jusqu'à la mer du Sud.

On a observé sur le Vésuve, qu'il vient de la mer un vent qui pénètre dans la montagne : le bruit qui se fait entendre dans certaines cavités, comme s'il passait quelque torrent par-dessous, cesse aussitôt que les vents de terre soufflent, et on s'aperçoit en même temps que les exhalaisons de la bouche du Vésuve deviennent beaucoup moins considérables; au lieu que, lorsque le vent vient de la mer, ce bruit, semblable à un torrent, recommence, ainsi que les exhalaisons de flammes et de fumée, les eaux de la mer s'insinuant aussi dans la montagne, tantôt en grande, tantôt en petite quantité; et il est arrivé plusieurs fois à ce volcan de rendre en même temps de la cendre et de l'eau [1].

Un savant, qui a comparé l'état moderne du Vésuve avec son état actuel, rapporte que, pendant l'intervalle qui précéda l'éruption de 1631, l'espèce d'entonnoir que forme l'intérieur du Vésuve s'était revêtu d'arbres et de verdure; que la petite plaine qui le terminait était abondante en excellents pâturages; qu'en partant du bord supérieur du gouffre, on avait un mille à descendre pour arriver à cette plaine, et qu'elle avait, vers son milieu, un autre gouffre dans lequel on descendait également pendant un mille, par des chemins étroits et tortueux, qui conduisaient dans un espace plus vaste, entouré de cavernes, d'où il sortait des *vents si impétueux et si froids qu'il était impossible d'y résister*. Suivant le même observateur, la sommité du Vésuve avait alors cinq milles de circonférence. Après cela, on ne doit point être étonné que quelques physiciens aient avancé que ce qui semble former aujourd'hui deux montagnes, n'en était qu'une autrefois; que le volcan était au centre, mais que le côté méridional s'étant éboulé par l'effet de quelque éruption, il avait formé ce vallon qui sépare le Vésuve du mont *Somma*.

[1] Mémoires des Savants étrangers, imprimés comme suite des Mémoires de l'Académie des Sciences, tome IV, pag. 147 et suivantes.

[1] Description historique et philosophique du Vésuve, par M. l'abbé Mercati. Journal étranger, mois d'octobre 1754.

M. Steller observe que les volcans de l'Asie septentrionale sont presque toujours isolés ; qu'ils ont à peu près la même croûte ou surface, et qu'ont trouve toujours des lacs sur le sommet, et des eaux chaudes au pied des montagnes où les volcans se sont éteints. « C'est, dit-il, une nouvelle preuve de la correspondance que la nature a mise entre la mer, les montagnes, les volcans et les eaux chaudes. » On trouve nombre de sources de ces eaux chaudes dans différents endroits du Kamtschatka. L'île de Sjanw, à quarante lieues de Ternate, a un volcan dont on voit souvent sortir de l'eau, des cendres, etc. Mais il est inutile d'accumuler ici des faits en plus grand nombre pour prouver la communication des volcans avec la mer : la violence de leurs éruptions serait seule suffisante pour le faire présumer; et le fait général de la situation près de la mer de tous les volcans actuellement agissants achève de le démontrer. Cependant, comme quelques physiciens ont nié la réalité et même la possibilité de cette communication des volcans à la mer, je ne dois pas laisser échapper un fait que nous devons à feu M. de la Condamine, homme aussi véridique qu'éclairé. Il dit « qu'étant monté au sommet du Vésuve, le 4 « juin 1755, et même sur les bords de l'entonnoir qui s'est formé autour de la bouche du « volcan depuis sa dernière explosion, il aperçut dans le gouffre, à environ quarante toises « de profondeur, une grande cavité en voûte « vers le nord de la montagne : il fit jeter de « grosses pierres dans cette cavité, et il compta « à sa montre douze secondes avant qu'on cessât de les entendre rouler; à la fin de leur « chute, on crut entendre un bruit semblable à « celui que ferait une pierre en tombant dans « un bourbier; et quand on n'y jetait rien, ou « entendait un bruit semblable à celui des flots « agités. » Si la chute de ces pierres jetées dans le gouffre s'était faite perpendiculairement et sans obstacle, on pourrait conclure des douze secondes de temps une profondeur de deux mille cent soixante pieds, ce qui donnerait au gouffre du Vésuve plus de profondeur que le niveau de la mer; car, selon le P. de la Torre, cette montagne n'avait, en 1753, que mille six cent soixante-dix-sept pieds d'élévation au-dessus de la surface de la mer ; et cette élévation est encore diminuée depuis ce temps. Il paraît donc hors de doute que les cavernes de ce volcan descendent au-dessous du niveau de la mer, et que par conséquent il peut avoir communication avec elle.

J'ai reçu d'un témoin oculaire et bon observateur, une note bien faite et détaillée sur l'état du Vésuve, le 15 juillet de cette même année 1753 : je vais la rapporter, comme pouvant servir à fixer les idées sur ce que l'on doit présumer et craindre des effets de ce volcan, dont la puissance me paraît être bien affaiblie.

« Rendu au pied du Vésuve, distant de Naples de deux lieues, on monte pendant une « heure et demie sur des ânes, et l'on en emploie autant pour faire le reste du chemin à « pied; c'en est la partie la plus escarpée et la « plus fatigante ; on se tient à la ceinture de « deux hommes qui précèdent, et l'on marche « dans les cendres et dans les pierres anciennement élancées.

« Chemin faisant, on voit les laves des différentes éruptions : la plus ancienne qu'on « trouve, dont l'âge est incertain, mais à qui la « tradition donne deux cents ans, est de couleur de gris de fer, et a toutes les apparences « d'une pierre; elle s'emploie actuellement pour « le pavé de Naples et pour certains ouvrages « de maçonnerie. On en trouve d'autres, qu'on « dit être de soixante, de quarante et de vingt « ans; la dernière est de l'année 1752..... Ces « différentes laves, à l'exception de la plus ancienne, ont de loin l'apparence d'une terre « brune, noirâtre, raboteuse, plus ou moins « fraîchement labourée. Vue de près, c'est une « matière absolument semblable à celle qui « reste du fer épuré dans les fonderies; elle est « plus ou moins composée de terre et de minéral « ferrugineux, et approche plus ou moins de la « pierre.

« Arrivé à la cime qui, avant les éruptions, « était solide, on trouve un premier bassin, « dont la circonférence, dit-on, a deux milles « d'Italie, et dont la profondeur paraît avoir « quarante pieds, entouré d'une croûte de terre « de cette même hauteur, qui va en s'épaississant vers sa base, et dont le bord supérieur a « deux pieds de largeur. Le fond de ce premier « bassin est couvert d'une matière jaune, « verdâtre, sulfureuse, durcie et chaude, sans « être ardent, qui par différentes crevasses « laisse sortir de la fumée.

« Dans le milieu de ce premier bassin, on en « voit un second, qui a environ moitié de la « circonférence du premier, et pareillement la

« moitié de sa profondeur; son fond est cou-
« vert d'une matière brune, noirâtre, telle que
« les laves les plus fraîches qui se trouvent sur
« la route.

« Dans ce second bassin s'élève un monti-
« cule creux dans son intérieur, ouvert dans sa
« cime, et pareillement ouvert depuis sa cime
« jusqu'à sa base, vers le côté de la montagne
« où l'on monte. Cette ouverture latérale peut
« avoir à la cime vingt pieds, et à la base quatre
« pieds de largeur. La hauteur du monticule est
« environ de quarante pieds; le diamètre de sa
« base peut en avoir autant, et celui de l'ouver-
« ture de sa cime la moitié.

« Cette base, élevée au-dessus du second bas-
« sin d'environ vingt pieds, forme un troisième
« bassin actuellement rempli d'une matière li-
« quide et ardente, dont le coup d'œil est entiè-
« rement semblable au métal fondu qu'on
« voit dans les fourneaux d'une fonderie. Cette
« matière bouillonne continuellement avec vio-
« lence; son mouvement a l'apparence d'un lac
« médiocrement agité, et le bruit qu'il produit
« est semblable à celui des vagues.

« De minute en minute il se fait de cette
« matière des élans, comme ceux d'un gros jet
« d'eau ou de plusieurs jets d'eau réunis ensem-
« ble; ces élans produisent une gerbe ardente
« qui s'élève à la hauteur de trente à quarante
« pieds, et retombe en différents arcs, partie
« dans son propre bassin, partie dans le fond
« du second bassin couvert de la matière noire:
« c'est la lueur réfléchie de ces jets ardents,
« quelquefois peut-être l'extrémité supérieure
« de ces jets mêmes, qu'on voit depuis Naples
« pendant la nuit. Le bruit que font ces élans
« dans leur élévation et dans leur chute paraît
« composé de celui qui fait un feu d'artifice en
« partant, et de celui que produisent les vagues
« de la mer poussées par un vent violent contre
« un rocher.

« Ces bouillonnements, entremêlés de ces
« élans, produisent un transvasement continuel
« de cette matière. Par l'ouverture de quatre
« pieds, qui se trouve à la base du monticule,
« on voit couler, sans discontinuer, un ruis-
« seau ardent, de la largeur de l'ouverture, qui
« dans un canal incliné et avec un mouvement
« moyen, descend dans le second bassin, cou-
« vert de matière noire, s'y devise en plusieurs
« ruisselets encore ardents, s'y arrête et s'y
« éteint.

« Ce ruisseau ardent est actuellement une
« nouvelle lave, qui ne coule que depuis huit
« jours; et si elle continue et augmente, elle
« produira avec le temps un nouveau dégorge-
« ment dans la plaine, semblable à celui qui se
« fit il y a deux ans : le tout est accompagné
« d'une épaisse fumée qui n'a point l'odeur du
« soufre, mais celle précisément que répand un
« fourneau où l'on cuit les tuiles.

« On peut sans aucun danger faire le tour
« de la cime sur le bord de la croûte, parce que
« le monticule creusé, d'où partent les jets ar-
« dents, est assez distant des bords pour ne
« laisser rien à craindre; on peut pareillement
« sans danger descendre dans le premier bas-
« sin; on pourrait même se tenir sur les bords
« du second, si la réverbération de la matière
« ardente ne l'empêchait.

« Voilà l'état actuel du Vésuve, ce 15 juillet
« 1753 : il change sans cesse de forme et d'as-
« pect; il ne jette actuellement point de pierres,
« et l'on n'en voit sortir aucune flamme. »

Cette observation semble prouver évidem-
ment que le siége de l'embrasement de ce vol-
can, et peut-être de tous les autres volcans, n'est
pas à une grande profondeur dans l'intérieur
de la montagne, et qu'il n'est pas nécessaire de
supposer leur foyer au niveau de la mer ou plus
bas, et de faire partir de là l'explosion dans le
temps des éruptions; il suffit d'admettre des
cavernes et des fentes perpendiculaires au-des-
sons, ou plutôt à côté du foyer, lesquelles ser-
vent de tuyaux d'aspiration et de ventilateurs
au fourneau du volcan.

M. de la Condamine, qui a eu, plus qu'au-
cun autre physicien, les occasions d'observer
un grand nombre de volcans dans les Cordiliè-
res, a aussi examiné le mont Vésuve et toutes
les terres adjacentes.

« Au mois de juin 1755, le sommet du Vé-
« suve formait, dit-il, un entonnoir ouvert dans
« un amas de cendres, de pierres calcaires et de
« soufre, qui brûlait encore de distance en dis-
« tance, qui teignait le sol de sa couleur, et qui
« s'exhalait par diverses crevasses, dans les-
« quelles la chaleur était assez grande pour en-
« flammer en peu de temps un bâton enfoncé
« à quelques pieds dans ses fentes.

« Les éruptions de ce volcan sont fréquentes
« depuis plusieurs années; et, chaque fois qu'il
« lance des flammes et vomit des matières liqui-
« des, la forme extérieure de la montagne et sa

« hauteur reçoivent des changements considé« rables... Dans une petite plaine à mi-côte, en« tre la montagne de cendres et de pierres sor« ties du volcan, est une enceinte demi-circulaire « de rochers escarpés de deux cents pieds de « haut, qui bordent cette petite plaine du côté du « nord. On peut voir, d'après les soupiraux ré« cemment ouverts dans les flancs de la mon« tagne, les endroits par où se sont échap« pés, dans le temps de sa dernière éruption, « les torrents de lave dont tout ce vallon est « rempli.

« Ce spectacle présente l'apparence de flots « métalliques refroidis et congelés; on peut s'en « former une idée imparfaite, en imaginant « une mer d'une matière épaisse et tenace, dont « les vagues commenceraient à se calmer. Cette « mer avait ses îles : ce sont des masses isolées, « semblables à des rochers creux et spongieux, « ouverts en arcades et en grottes bizarrement « percées, sous lesquelles la matière ardente et « liquide s'était fait des dépôts ou des réser« voirs qui ressemblaient à des fourneaux. Ces « grottes, leurs voûtes et leurs piliers... étaient « chargés de scories suspendues en forme de « grappes irrégulières de toutes les couleurs et « de toutes les nuances.....

« Toutes les montagnes ou coteaux des envi« rons de Naples seront visiblement reconnus à « l'examen, pour des amas de matières vomies « par des volcans qui n'existent plus, et dont « les éruptions antérieures aux histoires ont « vraisemblablement formé les ports de Naples « et de Pouzzole. Ces mêmes matières se recon« naissent sur toute la route de Naples à Rome, « et aux portes de Rome même.....

« Tout l'intérieur de la montagne de Fras« cati... la chaîne de collines qui s'étend de cet « endroit à Grotta-Ferrata, à Castel-Gandolfo, « jusqu'au lac d'Albano, la montagne de Tivoli « en grande partie, celle de Caprarola, de Vi« terbe, etc., sont composées de divers lits de « pierres calcinées, de cendres pures, de sco« ries, de matières semblables au mâchefer, à « la terre cuite, à la lave proprement dite, enfin « toutes pareilles à celles dont est composé le « sol de Portici, et à celles qui sont sorties des « flancs du Vésuve sous tant de formes diffé« rentes..... Il faut donc nécessairement que « toute cette partie de l'Italie ait été bouleversée « par des volcans...

« Le lac d'Albano, dont les bords sont semés « de matières calcinées, n'est que la bouche « d'un ancien volcan, etc... La chaîne des vol« cans de l'Italie s'étend jusqu'en Sicile, et offre « encore un assez grand nombre de foyers visi« bles sous différentes formes. En Toscane, les « exhalaisons de *Firenzuola*, les eaux therma« les de *Pise*; dans l'État ecclésiastique, celles « de *Viterbe*, de *Norcia*, de *Nocera*, etc.; dans « le royaume de Naples, celles d'*Ischia*, la *Sol« fatara*, le Vésuve; en Sicile et dans les îles « voisines, l'Etna, les volcans de *Lipari*, *Strom« boli*, etc.; d'autres volcans de la même chaîne, « éteints ou épuisés de temps immémorial, « n'ont laissé que des résidus, qui, bien qu'ils « ne frappent pas toujours au premier aspect, « n'en sont pas moins reconnaissables aux yeux « attentifs...

« Il est vraisemblable, dit M. l'abbé Mer« catti, que, dans les siècles passés, le royaume « de Naples avait, outre le Vésuve, plusieurs « autres volcans...

« Le mont Vésuve, dit le P. de la Torré, « semble une partie détachée de cette chaîne « de montagnes, qui, sous le nom d'*Apen« nins*, divise toute l'Italie dans sa longueur... « Ce volcan est composé de trois monts diffé« rents : l'un est le Vésuve proprement dit; les « deux autres sont les monts *Somma* et d'*Otta« jano*. Ces deux derniers, placés plus occi« dentalement, forment une espèce de demi« cercle autour du Vésuve, avec lequel ils ont « des racines communes.

« Cette montagne était autrefois entourée de « campagnes fertiles, et couverte elle-même « d'arbres et de verdure, excepté sa cime, qui « était plate et stérile, et où l'on voyait plu« sieurs cavernes entr'ouvertes. Elle était en« vironnée de quantité de rochers qui en ren« daient l'accès difficile, et dont les pointes, « qui étaient fort hautes, cachaient le vallon « élevé qui se trouve entre le Vésuve et les « monts *Somma* et d'*Ottajano*. La cime du Vé« suve, qui s'est abaissée depuis considérable« ment, se faisant alors beaucoup plus remar« quer, il n'est pas étonnant que les anciens « aient cru qu'il n'avait qu'un sommet...

« La largeur du vallon est dans toute son « étendue de deux mille deux cent vingt pieds « de Paris, et sa longueur équivaut à peu près « à sa largeur...; il entoure la moitié du Vésu« ve..., et il est, ainsi que tous les côtés du Vé« suve, rempli de sable brûlé et de petites pierres

« ponces. Les rochers qui s'étendent des monts « *Somma* et d'*Ottajano* offrent tout au plus « quelques brins d'herbes, tandis que ces monts « sont extérieurement couverts d'arbres et de « verdure. Ces rochers paraissent au premier « coup d'œil des pierres brûlées ; mais, en les « observant attentivement, on voit qu'ils sont, « ainsi que les rochers de ces autres montagnes, « composés de lits de pierres naturelles, de terre « couleur de châtaigne, de craie et de pierres « blanches, qui ne paraissent nullement avoir « été liquéfiées par le feu...

« On voit tout autour du Vésuve les ouver- « tures qui s'y sont faites en différents temps, « et par lesquelles sortent les laves : ces torrents « de matières, qui sortent quelquefois des flancs, « et qui tantôt courent sur la croupe de la mon- « tagne, se répandent dans les campagnes, et « quelquefois jusqu'à la mer, et s'endurcissent « comme une pierre lorsque la matière vient à « se refroidir.....

« A la cime du Vésuve, on ne voit qu'une « espèce d'ourlet ou de rebord de quatre à cinq « palmes de large, qui, prolongé autour de la « cime, décrit une circonférence de cinq mille « six cent vingt-quatre pieds de Paris. On peut « marcher commodément sur ce rebord. Il est « tout couvert d'un sable brûlé, qui est rouge « en quelques endroits, et sous lequel on trouve « des pierres partie naturelles, partie calci- « nées... On remarque dans deux élévations de « ce rebord des lits de pierres naturelles, arran- « gées comme dans toutes les montagnes ; ce « qui détruit le sentiment de ceux qui regar- « dent le Vésuve comme une montagne qui « s'est élevée peu à peu au-dessus du plan du « vallon...

« La profondeur du gouffre, où la matière « bouillonne, est de cinq cent quarante-trois « pieds ; pour la hauteur de la montagne, de- « puis sa cime jusqu'au niveau de la mer, elle « est de mille six cent soixante-dix-sept pieds, « qui font le tiers d'un mille d'Italie.

« Cette hauteur a vraisemblablement été plus « considérable. Les éruptions qui ont changé la « forme extérieure de la montagne, en ont aussi « diminué l'élévation, par les parties qu'elles « ont détachées du sommet, et qui ont roulé « dans le gouffre [1]. »

[1] Histoire du mont Vésuve, par le P. de la Torré. Journal étranger, janvier 1756, page 182 jusqu'à 208.

D'après tous ces exemples, si nous considérons la forme extérieure que nous présentent la Sicile et les autres terres ravagées par le feu, nous reconnaîtrons évidemment qu'il n'existe aucun volcan simple et purement isolé. La surface de ces contrées offre partout une suite et quelquefois une gerbe de volcans. On vient de le voir au sujet de l'Etna, et nous pouvons en donner un second exemple dans l'Hécla. L'Islande, comme la Sicile, n'est en grande partie qu'un groupe de volcans, et nous allons le prouver par les observations.

L'Islande entière ne doit être regardée que comme une vaste montagne parsemée de cavités profondes, cachant dans son sein des amas de minéraux, de matières vitrifiées et bitumineuses, et s'élevant de tous côtés, du milieu de la mer qui la baigne, en forme d'un cône court et écrasé. Sa surface ne présente à l'œil que des sommets de montagnes, blanchis par des neiges et des glaces, et plus bas l'image de la confusion et du bouleversement. C'est un énorme monceau de pierres et de rochers brisés, quelquefois poreux et à demi calcinés, effrayants par la noirceur et les traces du feu qui y sont empreintes. Les fentes et les creux de ces rochers ne sont remplis que d'un sable rouge et quelquefois noir ou blanc ; mais, dans les vallées que les montagnes forment entre elles, on trouve des plaines agréables [1].

La plupart des jokuts, qui sont des montagnes de médiocre hauteur, quoique couvertes de glaces, et qui sont dominées par d'autres montagnes plus élevées, sont des volcans qui, de temps à autre, jettent des flammes, et causent des tremblements de terre ; on en compte une vingtaine dans toute l'île. Les habitants des environs de ces montagnes ont appris, par leurs observations, que, lorsque les glaces et la neige s'élèvent à une hauteur considérable, et qu'elles ont bouché les cavités par lesquelles il est anciennement sorti des flammes, on doit s'attendre à des tremblements de terre, qui sont suivis immanquablement d'éruptions de feu. C'est par cette raison qu'à présent les Islandais craignent que les jokuts qui jetèrent des flammes en 1728 dans le canton de Skaftfield ne s'enflamment bientôt, la glace et la neige s'étant accumulées sur leur sommet, et paraissant fermer les soupiraux qui favorisent les exhalaisons de ces feux souterrains.

[1] Introduction à l'Histoire du Danemarck.

En 1721, le jokul appelé *Koëtlegan*, à cinq ou six lieues à l'ouest de la mer, auprès de la baie de Portland, s'enflamma après plusieurs secousses de tremblement de terre. Cet incendie fondit des monceaux de glace d'une grosseur énorme, d'où se formèrent des torrents impétueux qui portèrent fort loin l'inondation avec la terreur, et entraînèrent jusqu'à la mer des quantités prodigieuses de terre, de sable et de pierres. Les masses solides de glace et l'immense quantité de terre, de pierres et de sable qu'emporta cette inondation, comblèrent tellement la mer, qu'à un demi mille des côtes il s'en forma une petite montagne qui paraissait encore au-dessus de l'eau en 1750. On peut juger combien cette inondation amena de matières à la mer, puisqu'elle la fit remonter ou plutôt reculer à douze milles au-delà de ses anciennes côtes.

La durée entière de cette inondation fut de trois jours, et ce ne fut qu'après ce temps qu'on put passer au pied des montagnes comme auparavant...

L'Hécla, que l'on a toujours regardé comme un des plus fameux volcans de l'univers, à cause de ses éruptions terribles, est aujourd'hui un des moins dangereux de l'Islande. Les monts de Koëtlegan, dont on vient de parler, et le mont Krafle, ont fait récemment autant de ravages que l'Hécla en faisait autrefois. On remarque que ce dernier volcan n'a jeté des flammes que dix fois dans l'espace de huit cents ans ; savoir : dans les années 1104, 1157, 1222, 1300, 1341, 1362, 1389, 1558, 1636, et pour la dernière fois, en 1693. Cette éruption commença le 13 février et continua jusqu'au mois d'août suivant. Tous les autres incendies n'ont de même duré que quelques mois. Il faut donc observer que l'Hécla ayant fait les plus grands ravages au 14e siècle, à quatre reprises différentes, a été tout à fait tranquille pendant le 15e, et a cessé de jeter du feu pendant cent soixante ans. Depuis cette époque, il n'a fait qu'une seule éruption au 16e siècle et deux au 17e. Actuellement, on n'aperçoit sur ce volcan ni feu, ni fumée, ni exhalaisons; on y trouve seulement dans quelques petits creux, ainsi que dans beaucoup d'autres endroits de l'île, de l'eau bouillante, des pierres, du sable et des cendres.

En 1726, après quelques secousses de tremblement de terre, qui ne furent sensibles que dans les cantons du nord, le mont Krafle commença à vomir, avec un fracas épouvantable, de la fumée, du feu, des cendres et des pierres. Cette éruption continua pendant deux ou trois ans sans faire aucun dommage, parce que tout retombait sur ce volcan ou autour de sa base.

En 1728, le feu s'étant communiqué à quelques montagnes situées près du Krafle, elles brûlèrent pendant plusieurs semaines. Lorsque les matières minérales qu'elles renfermaient furent fondues, il s'en forma un ruisseau de feu qui coula fort doucement vers le sud, dans les terrains qui sont au-dessous de ces montagnes. Ce ruisseau brûlant s'alla jeter dans un lac, à trois lieues du mont Krafle, avec un grand bruit, et en formant un bouillonnement et un tourbillon d'écume horrible. La lave ne cessa de couler qu'en 1729, parce qu'alors vraisemblablement la matière qui la formait était épuisée. Ce lac fut rempli d'une grande quantité de pierres calcinées, qui firent considérablement élever ses eaux : il a environ vingt lieues de circuit, et il est situé à une pareille distance de la mer. On ne parlera pas des autres volcans d'Islande ; il suffit d'avoir fait remarquer les plus considérables.

On voit par cette description que rien ne ressemble plus aux volcans secondaires de l'Etna que les jokuts de l'Hécla ; que dans tous deux le haut du sommet est tranquille ; que celui du Vésuve s'est prodigieusement abaissé, et que probablement ceux de l'Etna et de l'Hécla étaient autrefois beaucoup plus élevés qu'ils ne le sont aujourd'hui.

Quoique la topographie des volcans, dans les autres parties du monde, ne nous soit pas aussi bien connue que celle des volcans d'Europe, nous pouvons néanmoins juger, par analogie et par la conformité de leurs effets, qu'ils se ressemblent à tous égards : tous sont situés dans les îles ou sur le bord des continents ; presque tous sont environnés de volcans secondaires ; les uns sont agissants, les autres éteints ou assoupis : et ceux-ci sont en bien plus grand nombre, même dans les Cordillères, qui paraissent être le domaine le plus ancien des volcans. Dans l'Asie méridionale, les îles de la Sonde, les Moluques et les Philippines, ne retracent que destruction par le feu, et sont encore pleines de volcans. Les îles du Japon en contiennent de même un assez grand nombre : c'est le pays de l'univers qui est aussi le plus sujet aux tremble-

ments de terre ; il y a des fontaines chaudes en beaucoup d'endroits. La plupart des îles de l'océan Indien et de toutes les mers de ces régions orientales ne nous présentent que des pics et des sommets isolés qui vomissent le feu, que des côtes et des rivages tranchés, restes d'anciens continents qui ne sont plus : il arrive même encore souvent aux navigateurs d'y rencontrer des parties qui s'affaissent journellement ; et l'on y a vu des îles entières disparaître ou s'engloutir avec leurs volcans sous les eaux. Les mers de la Chine sont chaudes, preuve de la forte effervescence des bassins maritimes en cette partie : les ouragans y sont affreux ; on y remarque souvent des trombes ; les tempêtes sont toujours annoncées par un bouillonnement général et sensible des eaux, et par divers météores et autres exhalaisons dont l'atmosphère se charge et se remplit.

Le volcan de Ténériffe a été observé par le docteur Thomas Heberden, qui a résidé plusieurs années au bourg d'Oratava, situé au pied du pic ; il trouva en y allant quelques grosses pierres dispersées de tous côtés à plusieurs lieues du sommet de cette montagne : les unes paraissaient entières, d'autres semblaient avoir été brûlées et jetées à cette distance par le volcan. En montant la montagne, il vit encore des rochers brûlés, qui étaient dispersés en assez grosses masses.

« En avançant, dit-il, nous arrivâmes à la « fameuse grotte de Zegds, qui est environnée « de tous côtés par des masses énormes de ro- « chers brûlés.....

« A un quart de lieue plus haut, nous trou- « vâmes une plaine sablonneuse, du milieu de « laquelle s'élève une pyramide de sable ou de « cendres jaunâtres, que l'on appelle *le pain de « sucre*. Autour de sa base, on voit sans cesse « transpirer des vapeurs fuligineuses : de là jus- « qu'au sommet, il peut y avoir un demi-quart « de lieue; mais la montée en est très-difficile « par sa hauteur escarpée et le peu d'assiette « qu'on trouve dans tout ce terrain.....

« Cependant nous parvînmes à ce qu'on ap- « pelle *la chaudière*. Cette ouverture a douze « ou quinze pieds de profondeur ; ses côtés se « rétrécissant toujours jusqu'au fond, forment « une concavité qui ressemble à un cône tron- « qué dont la base serait renversée... La terre en « est fort chaude; et d'environ vingt soupiraux, « comme d'autant de cheminées, s'exhale une « fumée ou vapeur épaisse, dont l'odeur est « très-sulfureuse. Il semble que tout le sol soit « mêlé ou poudré de soufre; ce qui lui donne « une surface brillante et colorée...

« On aperçoit une couleur verdâtre, mêlée « d'un jaune brillant comme de l'or, presque sur « toutes les pierres qu'on trouve aux environs : « une autre partie peu étendue de ce pain de su- « cre est blanche comme la chaux; et une au- « tre, plus basse, ressemble à de l'argile rouge « qui serait couverte de sel.

« Au milieu d'un autre rocher, nous décou- « vrîmes un trou qui n'avait pas plus de deux « pouces de diamètre, d'où procédait un bruit « pareil à celui d'un volume considérable d'eau « qui bouillirait sur un grand feu[1]. »

Les Açores, les Canaries, les îles du cap Vert, l'île de l'Ascension, les Antilles, qui paraissent être les restes des anciens continents qui réunissaient nos contrées à l'Amérique, ne nous offrent presque toutes que des pays brûlés ou qui brûlent encore. Les volcans anciennement submergés, avec les contrées qui les portaient, excitent sous les eaux des tempêtes si terribles, que dans une de ces tourmentes arrivées aux Açores, le suif des sondes se fondait par la chaleur du fond de la mer.

Des volcans éteints.

Le nombre des volcans éteints est sans comparaison beaucoup plus grand que celui des volcans actuellement agissants. On peut même assurer qu'il s'en trouve en très-grande quantité dans presque toutes les parties de la terre. Je pourrais citer ceux que M. de la Condamine a remarqués dans les Cordilières, ceux que M. Frenaye a observés à Saint-Domingue, dans le voisinage du Port-au-Prince, ceux du Japon et des autres îles orientales et méridionales de l'Asie, dont presque toutes les contrées habitées ont autrefois été ravagées par le feu; mais je me bornerai à donner pour exemple ceux de l'île de France et de l'île de Bourbon, que quelques voyageurs instruits ont reconnus d'une manière évidente.

« Le terrain de l'île de France est recouvert, « dit M. l'abbé de la Caille, d'une quantité pro- « digieuse de pierres de toutes sortes de gros- « seurs, dont la couleur est cendrée noire; une

[1] Observation faite au pic de Ténériffe, par le docteur Heberden. Journal étranger, mois de novembre 1754, page 156 jusqu'à 142.

« grande partie est criblée de trous : elles contiennent la plupart beaucoup de fer, et la « surface de la terre est couverte de mines de « ce métal; on y trouve aussi beaucoup de pierres ponces, surtout sur la côte nord de l'île, « des laves ou espèces de laitier de fer, des « grottes profondes, et d'autres vestiges manifestes de volcans éteints...

« L'île de Bourbon, continue M. l'abbé de la « Caille, quoique plus grande que l'île de France, « n'est cependant qu'une grosse montagne, qui « est comme fendue dans toute sa hauteur en « trois endroits différents. Son sommet est couvert de bois et inhabité, et sa pente, qui s'étend jusqu'à la mer, est défrichée et cultivée « dans les deux tiers de son contour; le reste « est recouvert de laves d'un volcan qui brûle « lentement et sans bruit : il ne paraît même « un peu ardent que dans la saison des pluies...

« L'île de l'Ascension est visiblement formée « et brûlée par un volcan; elle est couverte « d'une terre rouge semblable à de la brique « pilée ou à de la glaise brûlée... L'île est composée de plusieurs montagnes d'élévation « moyenne, comme de cent à cent cinquante toises : il y en a une plus grosse qui est au sud-est « de l'île, haute d'environ quatre cents toises... « Son sommet est double et allongé; mais toutes « les autres sont terminées en cône assez parfait, et couvertes de terre rouge : la terre et « une partie des montagnes sont jonchées d'une « quantité prodigieuse de roches criblées d'une « infinité de trous, de pierres calcaires et fort « légères, dont un grand nombre ressemble à « du laitier; quelques-unes sont recouvertes « d'un vernis blanc sale, tirant sur le vert : il « y a aussi beaucoup de pierres ponces[1] »

Le célèbre Cook dit que, dans une excursion que l'on fit dans l'intérieur de l'île d'Otahiti, on trouva que les rochers avaient été brûlés comme ceux de Madère, et que toutes les pierres portaient des marques incontestables du feu; qu'on aperçoit aussi des traces de feu dans l'argile qui est sur les collines; et que l'on peut supposer qu'Otahiti et nombre d'îles voisines, sont les débris d'un continent qui a été englouti par l'explosion d'un feu souterrain[2]. Philippe Carteret dit qu'une des îles de la Reine-Charlotte, située vers le 10° 11' de latitude sud, est d'une hauteur prodigieuse et d'une figure conique, et que son sommet a la forme d'un entonnoir, dont on voit sortir de la fumée, mais point de flammes; que sur le côté méridional de la terre de la Nouvelle-Bretagne se trouvent trois montagnes, de l'une desquelles il sort une grosse colonne de fumée.

L'on trouve des basaltes à l'île de Bourbon, où le volcan, quoique affaibli, est encore agissant; à l'île de France, où tous les feux sont éteints; à Madagascar, où il y a des volcans agissants et d'autres éteints : mais, pour ne parler que des basaltes qui se trouvent en Europe, on sait, à n'en pouvoir douter, qu'il y en a des masses considérables en Irlande, en Angleterre, en Auvergne, en Saxe sur les bords de l'Elbe, en Misnie sur la montagne de Cottener, à Marienbourg, à Weilbourg dans le comté de Nassau, à Lauterbach, à Bitlstein, dans plusieurs endroits de la Hesse, dans la Lusace, dans la Bohême, etc. Ces basaltes sont les plus belles laves qu'aient produites les volcans qui sont actuellement éteints dans toutes ces contrées : mais nous nous contenterons de donner ici l'extrait des descriptions détaillées des volcans éteints qui se trouvent en France.

« Les montagnes d'Auvergne, dit M. Guettard, qui ont été, à ce que je crois, autrefois « des volcans.... sont celles de Volvic, à deux « lieues de Riom, du Puy-de-Dôme proche « Clermont et du mont d'Or. Le volcan de Volvic a formé par ses laves différents lits posés « les uns sur les autres, qui composent ainsi des « masses énormes, dans lesquelles on a pratiqué des carrières qui fournissent de la pierre « à plusieurs endroits assez éloignés de Volvic.... Ce fut à Moulins que je vis les laves « pour la première fois...; et, étant à Volvic, « je reconnus que la montagne n'était presque « qu'un composé de différentes matières qui « sont jetées dans les éruptions des volcans...

« La figure de cette montagne est conique; « sa base est formée par des rochers de granite « gris blanc, ou d'une couleur de rose pâle... : « le reste de la montagne n'est qu'un amas de « pierres ponces, noirâtres ou rougeâtres, entassées les unes sur les autres, sans ordre ni « liaison... Aux deux tiers de la montagne, on « rencontre des espèces de rochers irréguliers « hérissés de pointes informes contournées en « tout sens, de couleur rouge obscur, ou d'un noir

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1754, pages 111, 121 et 126.
[2] Voyage autour du Monde, par le capitaine Cook, tome II, page 151.

« sale et mat, et d'une substance dure et solide, « sans avoir de trous comme les pierres pon- « ces.... Avant d'arriver au sommet, on trouve « un long trou large de quelques toises, d'une « forme conique, et qui approche d'un enton- « noir.... La partie de la montagne qui est au « nord et à l'est m'a paru n'être que de pier- « res ponces.... Les bancs de pierres de Volvic « suivent l'inclinaison de la montagne, et sem- « blent se continuer sur cette montagne, et « avoir communication avec ceux que les ra- « vins mettent à découvert un peu au-dessous « du sommet... Ces pierres sont d'un gris de fer « qui semble se charger d'une fleur blanche, « qu'on dirait en sortir comme une efflores- « cence : elles sont dures, quoique spongieuses « et remplies de petits trous irréguliers.

« La montagne du Puy-de-Dôme n'est qu'une « masse de matière qui annonce les effets les « plus terribles du feu le plus violent.... Dans « les endroits qui ne sont point couverts de « plantes et d'arbres, on ne marche que parmi « des pierres ponces, sur des quartiers de la- « ves, et dans une espèce de gravier ou de sa- « ble formé par une sorte de mâchefer, et par « de très-petites pierres ponces mêlées de cen- « dres...

« Ces montagnes présentent plusieurs pics, « qui ont tous une cavité moins large au fond « qu'à l'ouverture.... Un de ces pics, le chemin « qui y conduit, et tout l'espace qui se trouve « de là jusqu'au Puy-de-Dôme, ne sont qu'un « amas de pierres ponces; et il en est de même « pour ce qui est des autres pics, qui sont au « nombre de quinze ou seize, placés sur la « même ligne du sud au nord, et qui ont tous « des entonnoirs...

« Le sommet du pic du mont d'Or est un ro- « cher d'une pierre d'un blanc cendré tendre, « semblable à celle du sommet des montagnes de « cette terre volcanisée; elle est seulement un « peu moins légère que celle du Puy-de-Dôme. « Si je n'ai point trouvé sur cette montagne des « vestiges de volcan en aussi grande quantité « qu'aux deux autres, cela vient en grande par- « tie de ce que le mont d'Or est plus couvert, « dans toute son étendue, de plantes et de bois, « que la montagne de Volvic et le Puy-de- « Dôme..... Cependant la partie sud-ouest est « presque entièrement découverte, et n'est rem- « plie que de pierres et de rochers, qui me pa- « raissent avoir été exempts des effets du feu.

« Mais la pointe du mont d'Or est un cône « pareil à ceux de Volvic et du Puy-de-Dôme: « à l'est de cette pointe, est le pic du Capucin, « qui affecte également la figure conique; mais « la sienne n'est pas aussi régulière que celle « des précédents : il semble même que ce pic « ait plus souffert dans sa composition; tout « y paraît plus irrégulier, plus rompu, plus « brisé... Il y a encore plusieurs pics, dont la « base est appuyée sur le dos de la montagne; « ils sont tous dominés par le mont d'Or, dont « la hauteur est de cinq cent neuf toises... Le « pic du mont d'Or est très raide; il finit en « une pointe de quinze ou vingt pieds de large « en tout sens...

« Plusieurs montagnes entre Thiers et Saint- « Chaumont ont une figure conique; ce qui me « fit penser, dit M. Guettard, qu'elles pouvaient « avoir brûlé... Quoique je n'aie pas été à Pont- « gibault, j'ai des preuves que les montagnes « de ce canton sont des volcans éteints; j'en ai « reçu des morceaux de laves qu'il était facile « de reconnaître pour tels, par les points jau- « nes et noirâtres d'une matière vitrifiée, qui est « le caractère le plus certain d'une pierre de « volcan. «

Le même M. Guettard et M. Fanjas ont trouvé sur la rive gauche du Rhône, et assez avant dans le pays, de très-gros fragments de basaltes en colonnes... En remontant dans le Vivarais, ils ont trouvé dans un torrent un amas prodigieux de matières de volcan, qu'ils ont suivi jusqu'à sa source; il ne leur a pas été difficile de reconnaître le volcan : c'est une montagne fort élevée, sur le sommet de laquelle ils ont trouvé la bouche, d'environ quatre-vingts pieds de diamètre : la lave est partie visiblement du dessous de cette bouche; elle a coulé en grandes masses par les ravins l'espace de sept ou huit mille toises; la matière s'est amoncelée toute brûlante en certains endroits; venant ensuite à s'y figer, elle s'est gercée et fendue dans toute sa hauteur, et a laissé toute la plaine couverte d'une quantité innombrable de colonnes, depuis quinze jusqu'à trente pieds de hauteur, sur environ sept pouces de diamètre.

« Ayant été me promener à Montferrier, dit « M. Montet, village éloigné de Montpellier « d'une lieue..., je trouvai quantité de pierres « noires détachées les unes des autres, de diffé- « rentes figures et grosseurs...; et, les ayant « comparées avec d'autres qui sont certaine-

« ment l'ouvrage des volcaus..., je les tronvai « de même nature que ces dernières : ainsi, je « ne doutai point que ces pierres de Montferrier « ne fussent elles-mêmes une lave très-dure ou « une matière fondne par un volcan éteint de- « puis un temps immémorial. Toute la monta- « gne de Moutferrier est parsemée de ces pierres « ou laves; le village en est bâti en partie, et les « rues en sout pavées... Ces pierres présentent, « pour la plupart, à leur snrface, de petits « trous ou de petites porosités qui annoncent « bien qu'elles sont formées d'une matière fon- « due par un volcan ; on trouve cette lave ré- « pandue dans toutes les terres qui avoisinent « Montferrier...

« Du côté de Pézenas, les volcaus éteints y « sont en grand uombre.....; toute la contrée « en est remplie, principalement depuis le cap « d'Agde, qui est lui-même un volcan éteint, « jusqu'au pied de la masse des montagnes qui « commencent à cinq llenes au nord de cette « côte, et sur le penchant ou à peu de distance « desquelles sont situés les villages de Livran, « Peret, Foutès, Néflez, Gabian, Faugères. On « trouve, en allant du midi an nord, une espèce « de cordon ou de chapelet fort remarquable, « qui commence au cap d'Agde, et qui com- « prend les monts de Saint-Thibery et le Causse « (moutagnes situées au milieu des plaiues de « Bressan); le pic de la tonr de Valros, dans le « territoire de ce village ; le pic de Montredon « au territoire de Tourbes, et celui de Sainte- « Marthe, auprès du prieuré royal de Cassan, « dans le territoire de Gabian. Il part encore du « pied de la montagne, à la hauteur dn village « de Fontès, nne longue et large masse qui finit « au midi auprès de la grange des Prés..., et « qui est terminée, dans la directiou du levant « au couchaut, entre le village de Caus et celui « de Nizas... Ce cantou a cela de remarquable, « qn'il n'est presque qu'uue masse de lave, et « qu'on observe au milieu une bouche ronde « d'environ denx cents toises de diamètre, aussi « reconnaissable qu'il soit possible, qui a formé « un étang qu'on a depuis desséché, au moyeu « d'une profonde saignée faite entièrement dans « une lave dure et formée par couches, ou plutôt « par ondes immédiatement contiguës...

« Ou trouve, daus tous ces endroits, de la lave « et des pierres ponces; presque tonte la ville « de Pézenas est pavée de lave; le rocher « d'Agde n'est que de la lave très-dure, et toute « cette ville est bâtie et pavée de cette lava, qui « est très-noire... Presque tont le territoire de « Gabiau, où l'ou voit la fameuse fontaine de « pétrole, est parsemé de laves et de pierres « ponces.

« On trouve anssi au Causse de Basan et de « Saint-Thibery, une quantité considérable de « basaltes, qui sont ordinairemeut des prismes « à six faces, de dix à quatorze pieds de long... « Ces basaltes se trouvent dans un endroit où « les vestiges d'un ancien volcan sout ou ne peut « pas plus reconnaissables.

« Les bains de Balaruc... nous offrent par- « tout les débris d'un volcan éteiut; les pierres « qu'on y rencontre ne sont que des pierres pon- « ces de différentes grosseurs...

« Dans tous les volcans que j'ai examinés, « j'ai remarqué que la matière ou les pierres « qu'ils ont vomies sont sous différentes for- « mes : les unes sont en masse contiguë, très- « dures et pesautes, comme le rocher d'Agde ; « d'autres, comme celles de Montferrier et la « lave de Tourbes, ne sont point en masses; ce « sont des pierres détachées, d'une pesanteur « et d'uue dureté considérables [1]. »

M. Villet, de l'Académie de Marseille, m'a envoyé, pour le Cabinet du roi, quelques échantillons de laves et d'autres matières trouvées dans les volcans éteints de Provence, et il m'écrit qu'à une lieue de Toulon, on voit évidemment les vestiges d'un ancien volcan, et qu'étant descendu dans une ravine au pied de cet ancien volcan de la montagne d'Ollioules, il fut frappé, à l'aspect d'un rocher détaché du haut, de voir qu'il était calciné; qu'après en avoir brisé quelques morceaux, il trouva dans l'intérieur des parties sulfureuses si bien caractérisées, qu'il ne douta plus de l'ancienne existence de ces volcans éteints aujourd'hui.

M. Valmont de Bomare a observé, dans le territoire de Cologne, les vestiges de plusieurs volcans éteints.

Je pourrais citer un très-grand nombre d'autres exemples, qui tous concourent à prouver que le nombre des volcans éteints est peut-être cent fois plus grand que celui des volcans actuellement agissants; et l'on doit observer qu'entre ces deux états il y a, comme dans tous les autres effets de la nature, des états mitoyens, des degrés et des nuances dont on ne peut saisir

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1760 page 466 jusqu'à 473.

que les principaux points. Par exemple, les solfatares ne sont ni des volcans agissants ni des volcans éteints, et semblent participer des deux. Personne ne les a mieux décrites qu'un de nos savants académiciens, M. Fougeroux de Bondaroy, et je vais rapporter ici ses principales observations.

« La solfatare, située à quatre milles de Naples, à l'ouest, et à deux milles de la mer, est « fermée par des montagnes qui l'entourent de « tous côtés. Il faut monter pendant environ « une demi-heure avant que d'y arriver. L'espace compris entre les montagnes forme un « bassin d'environ douze cents pieds de longueur sur huit cents pieds de largeur. Il est « dans un fond par rapport à ces montagnes, « sans cependant être aussi bas que le terrain « qu'on a été obligé de traverser pour y arriver. La terre qui forme le fond de ce bassin « est un sable très-fin, uni et battu; le terrain « est sec et aride, les plantes n'y croissent point; « la couleur du sable est jaunâtre... Le soufre, « qui s'y trouve en grande quantité, réuni avec « ce sable, sert sans doute à le colorer.

« Les montagnes qui terminent la plus grande « partie du bassin n'offrent que des rochers dépouillés de terre et de plantes; les uns fendus, « dont les parties sont brûlées et calcinées, et « qui tous n'offrent aucun arrangement et n'ont « aucun ordre dans leur position... Ils sont recouverts d'une plus ou moins grande quantité « de soufre qui se sublime dans cette partie de « la montagne, et dans celle du bassin qui en « est proche.

« Le côté opposé... offre un meilleur terrain...; aussi n'y voit-on pas de fourneaux « pareils à ceux dont nous allons parler, et qui « se trouvent communément dans la partie que « l'on vient de décrire.

« Dans plusieurs endroits du fond du bassin, « on voit des ouvertures, des fenêtres ou des « bouches d'où il sort de la fumée, accompagnée « d'une chaleur qui brûlerait vivement les mains, « mais qui n'est pas assez grande pour allumer « du papier...

« Les endroits voisins donnent une chaleur « qui se fait sentir à travers les souliers; et il « s'en exhale une odeur de soufre désagréable... « Si l'on fait entrer dans le terrain un morceau « de bois pointu, il sort aussitôt une vapeur, « une fumée pareille à celle qu'exhalent les fentes naturelles...

« Il se sublime, par les ouvertures, du soufre en petite quantité, et un sel connu sous le « nom de sel ammoniac, et qui en a les caractères...

« On trouve, sur plusieurs des pierres qui environnent la solfatare, des filets d'alun qui y « a fleuri naturellement... Enfin on retire encore du soufre de la solfatare..... Cette substance est contenue dans des pierres de couleur grisâtre, parsemées de parties brillantes, « qui dénotent celles du soufre cristallisées « entre celles de la pierre...; et ces pierres sont « aussi quelquefois chargées d'alun...

« En frappant du pied dans le milieu du bassin, on reconnait aisément que le terrain en « est creux en dessous.

« Si l'on traverse le côté de la montagne le « plus garni de fourneaux, et qu'on la descende, on trouve des laves, des pierres ponces, « des écumes de volcan, etc., enfin, tout ce « qui, par comparaison avec les matières que « donne aujourd'hui le Vésuve, peut démontrer que la solfatare a formé la bouche d'un « volcan...

« Le bassin de la solfatare a souvent changé « de forme; on peut conjecturer qu'il en prendra encore d'autres différentes de celle qu'il « offre aujourd'hui : ce terrain se mine et se « creuse tous les jours; il forme maintenant « une voûte qui couvre un abîme..... Si cette « voûte venait à s'affaisser, il est probable que, « se remplissant d'eau, elle produirait un lac[1]. »

M. Fougeroux de Bondaroy a aussi fait plusieurs observations sur les solfatares de quelques endroits de l'Italie.

« J'ai été, dit-il, jusqu'à la source d'un ruisseau que l'on passe entre Rome et Tivoli, « et dont l'eau a une forte odeur de soufre... : elle forme deux petits lacs d'environ « quarante toises dans leur plus grande étendue...

« L'un de ces lacs, suivant la corde que nous « avons été obligés de filer, a en certains endroits jusqu'à soixante, soixante-dix ou quatre-vingts brasses... On voit sur ces eaux « plusieurs petites îles flottantes, qui changent « quelquefois de place... : elles sont produites « par des plantes réduites en une espèce de « tourbe, sur lesquelles les eaux, quoique corrosives, n'ont plus de prise...

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1765, page 267 jusqu'à 283.

« J'ai trouvé la chaleur de ces eaux de vingt « degrés, tandis que le thermomètre à l'air li« bre était à dix-huit degrés ; ainsi les obser« vations que nous avons faites n'indiquent « qu'une très-faible chaleur dans ces eaux... : « elles exhalent une odeur fort désagréable...; « et cette vapeur change la couleur des végé« taux et celle du cuivre [1]. »

« La solfatare de Viterbe, dit M. l'abbé Ma« zéas, n'a une embouchure que de trois à qua« tre pieds ; ses eaux bouillonnent et exhalent « une odeur de foie de soufre, et pétrifient aussi « leurs canaux, comme celles de Tivoli... Leur « chaleur est au degré de l'eau bouillante, quel« quefois au-dessous... Des tourbillons de fu« mée, qui s'en élèvent quelquefois, annoncent « une chaleur plus grande ; et néanmoins le fond « du bassin est tapissé des mêmes plantes qui « croissent au fond des lacs et des marais : ces « eaux produisent du vitriol dans les terrains « ferrugineux, etc. [2].

« Dans plusieurs montagnes de l'Apennin, et « principalement celles qui sont sur le chemin « de Bologne à Florence, on trouve des feux, « ou simplement des vapeurs, qui n'ont besoin « que de l'approche d'une flamme pour brûler « elles-mêmes...

« Les feux de la montagne Cenida, proche « Pietra-Mala, sont placés à différentes hau« teurs de la montagne, sur laquelle on compte « quatre bouches à feu qui jettent des flammes... « Un de ces feux est dans un espace circulaire « entouré de buttes... La terre y paraît brûlée, « et les pierres sont plus noires que celles des « environs ; il en sort çà et là une flamme bleue, « vive, ardente, claire, qui s'élève à trois ou « quatre pieds de hauteur...; mais, au delà de « l'espace circulaire, on ne voit aucun feu, quoi« qu'à plus de soixante pieds du centre des « flammes, on s'aperçoive encore de la chaleur « que conserve le terrain...

« Le long d'une fente ou crevasse voisine du « feu, on entend un bruit sourd comme serait « celui d'un vent qui traverserait un souter« rain... Près de ce lieu, on trouve deux sour« ces d'eaux chaudes... Ce terrain, dans le« quel le feu existe depuis du temps, n'est ni « enfoncé ni relevé... On ne voit près du foyer « aucune pierre de volcan, ni rien qui puisse « annoncer que ce feu ait jeté ; cependant des « monticules près de cet endroit rassemblent « tout ce qui peut prouver qu'elles ont été an« ciennement formées ou, au moins, changées « par les volcans... En 1767, on ressentit même « des secousses de tremblements de terre dans « les environs, sans que le feu changeât, ni « qu'il donnât plus ou moins de fumée...

« Environ à dix lieues de Modène, dans un « endroit appelé *Barigazzo*, il y a encore cinq « ou six bouches où paraissent des flammes « dans certains temps, qui s'éteignent par un « vent violent : il y a aussi des vapeurs qui de« mandent l'approche d'un corps enflammé pour « prendre feu... Mais, malgré les restes non « équivoques d'anciens volcans éteints, qui sub« sistent dans la plupart de ces montagnes, les « feux qui s'y voient aujourd'hui ne sont point « de nouveaux volcans qui s'y forment, puis« que ces feux ne jettent aucune substance de « volcans. »

Les eaux thermales, ainsi que les fontaines de pétrole, et des autres bitumes et huiles terrestres, doivent être regardées comme une autre nuance entre les volcans éteints et les volcans en action : lorsque les feux souterrains se trouvent voisins d'une mine de charbon, ils la mettent en distillation, et c'est là l'origine de la plupart des sources de bitume ; ils causent de même la chaleur des eaux thermales qui coulent dans leur voisinage. Mais ces feux souterrains brûlent tranquillement aujourd'hui ; on ne reconnait leurs anciennes explosions que par les matières qu'ils ont autrefois rejetées : ils ont cessé d'agir lorsque les mers s'en sont éloignées ; et je ne crois pas, comme je l'ai dit, qu'on ait jamais à craindre le retour de ces funestes explosions, puisqu'il y a toute raison de penser que la mer se retirera toujous de plus en plus.

Des laves et basaltes.

A tout ce que nous venons d'exposer au sujet des volcans, nous ajouterons quelques considérations sur le mouvement des laves, sur le temps nécessaire à leur refroidissement, et sur celui qu'exige leur conversion en terre végétale.

La lave qui s'écoule et jaillit du pied des éminences formées par les matières que le volcan vient de rejeter, est un verre impur en liquéfaction, et dont la matière tenace et visqueuse n'a qu'une demi-fluidité : ainsi les torrents de cette

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1770, pag. 1 jusqu'à 7.

[2] Mémoires des savants étrangers, tome V, page 325.

matière vitrifiée coulent lentement en comparaison des torrents d'eau, et néanmoins ils arrivent souvent à d'assez grandes distances : mais il y a dans ces torrents de feu un mouvement de plus que dans les torrents d'eau : ce mouvement tend à soulever toute la masse qui coule, et il est produit par la force expansive de la chaleur dans l'intérieur du torrent embrasé; la surface extérieure se refroidissant la première, le feu liquide continue à couler au-dessous; et, comme l'action de la chaleur se fait en tout sens, ce feu, qui cherche à s'échapper, soulève les parties supérieures déjà consolidées, et souvent les force à s'élever perpendiculairement : c'est de là que proviennent ces grosses masses de laves en forme de rochers qui se trouvent dans le cours de presque tous les torrents où la pente n'est pas rapide. Par l'effort de cette chaleur intérieure, la lave fait souvent des explosions; sa surface s'entr'ouvre, et la matière liquide jaillit de l'intérieur, et forme ces masses élevées au-dessus du niveau du torrent. Le P. de la Torre est, je crois, le premier qui ait remarqué ce mouvement intérieur dans les laves ardentes; et ce mouvement est d'autant plus violent, qu'elles ont plus d'épaisseur et que la pente est plus douce : c'est un effet général et commun dans toutes les matières liquéfiées par le feu, et dont on peut donner des exemples que tout le monde est à portée de vérifier dans les forges[1]. Si l'on observe les gros lingots de fonte de fer qu'on appelle *gueuses*, qui coulent dans un moule ou canal dont la pente est presque horizontale, on s'apercevra aisément qu'elles tendent à se courber en effet d'autant plus qu'elles ont plus d'épaisseur[2]. Nous avons démontré, par les expériences rapportées dans les mémoires précédents, que les temps de la consolidation sont à très-peu près proportionnels aux épaisseurs, et que la surface de ces lingots étant déjà consolidée, l'intérieur en est encore liquide : c'est cette chaleur intérieure qui soulève et fait bomber le lingot; et, si son épaisseur était plus grande, il y aurait, comme dans les torrents de lave, des explosions, des ruptures à la surface, et des jets perpendiculaires de matière métallique, poussée au dehors par l'action du feu renfermé dans l'intérieur du lingot. Cette explication, tirée de la nature même de la chose, ne laisse aucun doute sur l'origine de ces éminences qu'on trouve fréquemment dans les vallées et les plaines que les laves ont parcourues et couvertes.

Mais, lorsqu'après avoir coulé de la montagne et traversé les campagnes, la lave toujours ardente arrive aux rivages de la mer, son cours se trouve tout à coup arrêté, le torrent de feu se jette comme un ennemi puissant, et fait d'abord reculer les flots; mais l'eau, par son immensité, par sa froide résistance et par sa puissance de saisir et d'éteindre le feu, consolide en peu d'instants la matière du torrent, qui dès lors ne peut aller plus loin, mais s'élève, se charge de nouvelles couches, et forme un mur à plomb, de la hauteur duquel le torrent de lave tombe alors perpendiculairement, et s'applique contre le mur à plomb qu'il vient de former : c'est par cette chute et par le saisissement de la matière ardente, que se forment les prismes de basalte[1], et leurs colonnes articulées. Ces prismes sont ordinairement à cinq, six ou sept faces, et quelquefois à quatre ou à trois, comme aussi à huit ou neuf faces : leurs colonnes sont formées par la chute perpendiculaire de la lave dans les flots de la mer, soit qu'elle tombe du haut des rochers de la côte, soit qu'elle forme elle-même le mur à plomb qui produit sa chute perpendiculaire : dans tous les cas, le froid et l'humidité de l'eau qui saisissent cette matière toute pénétrée de feu, en consolidant les surfaces au moment même de sa chute, les faisceaux qui tom-

[1] La lave des fourneaux à fondre le fer subit les mêmes effets : lorsque cette matière vitreuse coule lentement sur la *dame*, et qu'elle s'accumule à sa base, on voit se former des éminences, qui sont des bulles de verre concaves, sous une forme hémisphérique. Ces bulles crèvent lorsque la force expansive est très-active, et que la matière a moins de fluidité; alors il en sort avec bruit un jet rapide de flamme : lorsque cette matière vitreuse est assez adhérente pour souffrir une grande dilatation, ces bulles, qui se forment à sa surface, prennent un volume de huit à dix pouces de diamètre sans se crever; lorsque la vitrification en est moins achevée, et qu'elle a une consistance visqueuse et tenace, ces bulles occupent peu de volume, et la matière, en s'affaissant sur elle-même, forme des éminences concaves, que l'on nomme *yeux-de-crapauds*. Ce qui se passe ici en petit dans le *laitier* des fourneaux de forges, arrive en grand dans les laves des volcans.

[2] Je ne parle pas ici des autres causes particulières, qui souvent occasionnent la courbure des lingots de fonte : par exemple, lorsque la fonte n'est pas bien fluide, lorsque le moule est trop humide. Ils se courbent beaucoup plus, parce que ces causes concourent à augmenter l'effet de la première; ainsi l'humidité de la terre, sur laquelle coulent les torrents de la lave, aide encore à la chaleur intérieure à en soulever la masse, et à la faire éclater en plusieurs endroits par des explosions suivies de ces jets de matière dont nous avons parlé.

[1] Je n'examinerai point ici l'origine de ce nom *basalte*, que M. Desmarets, savant naturaliste, de l'Académie des Sciences, croit avoir été donné par les anciens à deux pierres de nature différente; et je ne parle ici que du *basalte lave*, qui est en forme de colonnes prismatiques.

bent du torrent de lave dans la mer, s'appliquent les uns contre les autres; et, comme la chaleur intérieure des faisceaux tend à les dilater, ils se font une résistance réciproque, et il arrive le même effet que dans le renflement des pois, ou plutôt des graines cylindriques, qui seraient pressées dans un vaisseau clos rempli d'eau qu'on ferait bouillir; chacune de ces graines deviendrait hexagone par la compression réciproque; et de même, chaque faisceau de lave devient à plusieurs faces, par la dilatation et la résistance réciproques; et, lorsque la résistance des faisceaux environnants est plus forte que la dilatation du faisceau environné, au lieu de devenir hexagone, il n'est que de trois, quatre ou cinq faces; au contraire, si la dilatation du faisceau environné est plus forte que la résistance de la matière environnante, il prend sept, huit ou neuf faces, toujours sur sa longueur, ou plutôt sur sa hauteur perpendiculaire.

Les articulations transversales de ces colonnes prismatiques sont produites par une cause encore plus simple : les faisceaux de lave ne tombent pas comme une gouttière régulière et continue, ni par masses égales : pour peu donc qu'il y ait d'intervalle dans la chute de la matière, la colonne à demi consolidée à sa surface supérieure s'affaisse en creux par le poids de la masse qui survient, et qui dès lors se moule en convexe dans la concavité de la première; et c'est ce qui forme les espèces d'articulation qui se trouvent dans la plupart de ces colonnes prismatiques; mais, lorsque la lave tombe dans l'eau par une chute égale et continue, alors la colonne de basalte est aussi continue dans toute sa hauteur, et l'on n'y voit point d'articulations. De même, lorsque, par une explosion, il s'élance du torrent de lave quelques masses isolées, ces masses prennent alors une figure globuleuse ou elliptique, même tortillée en forme de câbles; et l'on peut rappeler à cette explication simple toutes les formes sous lesquelles se présentent les basaltes et les laves figurées.

C'est à la rencontre du torrent de lave avec les flots et à sa prompte consolidation, qu'on doit attribuer l'origine de ces côtes hardies qu'on voit dans toutes les mers qui sont au pied des volcans. Les anciens remparts de basalte qu'on trouve aussi dans l'intérieur des continents, démontrent la présence de la mer et son voisinage des volcans dans le temps que leurs laves ont coulé : nouvelle preuve qu'on peut ajouter à toutes celles que nous avons données de l'ancien séjour des eaux sur toutes les terres actuellement habitées.

Les torrents de lave ont depuis cent jusqu'à deux et trois mille toises de largeur, et quelquefois cent cinquante et même deux cents pieds d'épaisseur; et comme nous avons trouvé, par nos expériences, que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du fer comme cent trente-deux sont à deux cent trente-six, et que les temps respectifs de leur consolidation sont à peu près dans ce même rapport, il est aisé d'en conclure que, pour consolider une épaisseur de dix pieds de verre ou de lave, il faut deux cents une $\frac{21}{59}$ minutes, puisqu'il faut trois cent soixante minutes pour la consolidation de dix pieds d'épaisseur de fer; par conséquent, il faut deux mille quatorze minutes ou soixante-sept heures huit minutes pour la consolidation de deux cents pieds d'épaisseur de lave : et, par la même règle, on trouvera qu'il faut environ onze fois plus de temps, c'est-à-dire trente jours $\frac{17}{24}$, ou un mois, pour que la surface de cette lave de deux cents pieds d'épaisseur soit assez froide pour qu'on puisse la toucher : d'où il résulte qu'il faut un an pour refroidir une lave de deux cents pieds d'épaisseur assez pour qu'on puisse la toucher sans se brûler à un pied de profondeur, et qu'à dix pieds de profondeur, elle sera encore assez chaude, au bout de dix ans, pour qu'on ne puisse la toucher; et cent ans, pour être refroidie, au même point, jusqu'au milieu de son épaisseur. M. Brydone rapporte qu'après plus de quatre ans, la lave qui avait coulé en 1766, au pied de l'Etna, n'était pas encore refroidie. Il dit aussi « avoir « vu une couche de lave de quelques pieds, « produite par l'éruption du Vésuve, qui resta « rouge de chaleur au centre, longtemps après « que la surface fut refroidie, et qu'en plongeant un bâton dans ses crevasses, il prenait « feu à l'instant, quoiqu'il n'y eût au dehors « aucune apparence de chaleur. » *Massa*, auteur sicilien, digne de foi, dit « qu'étant à Catane, huit ans après la grande éruption de « 1669, il trouva qu'en plusieurs endroits la « lave n'était pas encore froide. »

M. le chevalier Hamilton laissa tomber des morceaux de bois secs dans une fente de lave du Vésuve, vers la fin d'avril 1771; ils furent enflammés dans l'instant, quoique cette lave fût sortie du volcan le 19 octobre 1767; elle n'avait

point de communication avec le foyer du volcan, et l'endroit où il fit cette expérience, était éloigné au moins de quatre milles de la bouche d'où cette lave avait jailli. Il est très-persuadé qu'il faut bien des années avant qu'une lave de l'épaisseur de celle-ci (d'environ deux cents pieds), se refroidisse.

Je n'ai pu faire des expériences sur la consolidation et le refroidissement, qu'avec des boulets de quelques pouces de diamètre; le seul moyen de faire ces expériences plus en grand, serait d'observer les laves et de comparer les temps employés à leur consolidation et refroidissement selon leurs différentes épaisseurs : je suis persuadé que ces observations confirmeraient la loi que j'ai établie pour le refroidissement depuis l'état de fusion jusqu'à la température actuelle; et, quoiqu'à la rigueur ces nouvelles observations ne soient pas nécessaires pour confirmer ma théorie, elles serviraient à remplir le grand intervalle qui se trouve entre un boulet de canon et une planète.

Il nous reste à examiner la nature des laves et démontrer qu'elles se convertissent, avec le temps, en une terre fertile; ce qui nous rappelle l'idée de la première conversion des scories du verre primitif qui couvraient la surface entière du globe après sa consolidation.

« On ne comprend pas sous le nom de laves, « dit M. de la Condamine, toutes les matières « sorties de la bouche d'un volcan, telles que les « cendres, les pierres ponces, le gravier, le sable, mais seulement celles qui, réduites par « l'action du feu dans un état de liquidité, forment, en se refroidissant, des masses solides « dont la dureté surpasse celle du marbre. « Malgré cette restriction, on conçoit qu'il y « aura encore bien des espèces de laves, selon « le différent degré de fusion du mélange, selon « qu'il participera plus ou moins du métal, et « qu'il sera plus ou moins intimement uni avec « diverses matières. J'en distingue surtout trois « espèces, et il y en a bien d'intermédiaires. La « lave la plus pure ressemble, quand elle est « polie, à une pierre d'un gris sale et obscur; « elle est lisse, dure, pesante, parsemée de petits fragments semblables à du marbre noir et « de points blanchâtres; elle paraît contenir « des parties métalliques; elle ressemble, au « premier coup d'œil, à la serpentine, lorsque « la couleur de la lave ne tire point sur le vert; « elle reçoit un assez beau poli, plus ou moins « vif dans ses différentes parties; on en fait des « tables, des chambranles de cheminée, etc.

« La lave la plus grossière est inégale et raboteuse; elle ressemble fort à des scories de « forge ou écumes de fer. La lave la plus ordinaire tient un milieu entre ces deux extrêmes: « c'est celle que l'on voit répandue en grosses « masses sur les flancs du Vésuve et dans les « campagnes voisines. Elle y a coulé par torrents : elle a formé en se refroidissant des « masses semblables à des rochers ferrugineux « et rouillés, et souvent épais de plusieurs pieds. « Ces masses sont interrompues et souvent recouvertes par des amas de cendres et de matières calcinées... C'est sous plusieurs lits alternatifs de laves, de cendres et de terre dont « le total fait une croûte de soixante à quatre-vingts pieds d'épaisseur, qu'on a trouvé des « temples, des portiques, des statues, un théâtre, « une ville entière, etc.[1]...

« Presque toujours, dit M. Fougeroux de « Bondaroy, immédiatement après l'éruption « d'une terre brûlée ou d'une espèce de cendre.., « le Vésuve jette la lave... : elle coule par les « fentes qui sont faites à la montagne...

« La matière minérale enflammée, fondue et « coulante, ou la lave proprement dite, sort par « les fentes ou crevasses avec plus ou moins « d'impétuosité, et en plus ou moindre quantité, « suivant la force de l'éruption; elle se répand « à une distance plus ou moins grande, suivant « son degré de fluidité, et suivant la pente de « la montagne qu'elle suit, qui retarde plus ou « moins son refroidissement....

« Celle qui garnit maintenant une partie du « terrain dans le bas de la montagne, et qui descend quelquefois jusqu'au pied de Portici...., « forme de grandes masses dures, pesantes et « hérissées de pointes sur leur surface supérieure; la surface qui porte sur le terrain est « plus plate : comme ces morceaux sont les uns « sur les autres, ils ressemblent un peu aux « flots de la mer; quand les morceaux sont plus « grands et plus amoncelés, ils prennent la figure des rochers...

« En se refroidissant, la lave affecte différentes formes.... La plus commune est en tables « plus ou moins grandes; quelques morceaux « ont jusqu'à six, sept et huit pieds de dimension : elle s'est ainsi cassée et rompue en ces-

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1757, pages 374 et suivantes.

« sant d'être liquide et en se refroidissant; « c'est cette espèce de laves dont la superficie « est hérissée de pointes....

« La seconde espèce ressemble à de gros cor- « dages, elle se trouve toujours proche l'ouver- « ture, paraît s'être figée promptement et avoir « roulé avant de s'être durcie : elle est moins « pesante que celle de la première espèce; elle « est aussi plus fragile, moins dure et plus bi- « tumineuse; en la cassant, on voit que sa « substance est moins serrée que dans la pre- « mière...

« On trouve au haut de la montagne une troi- « sième espèce de lave, qui est brillante, dispo- « sée en filets, qui quelquefois se croisent; elle « est lourde et d'un rouge violet.... Il y a des « morceaux qui sont sonores, et qui ont la fi- « gure de stalactites.... Enfin, on trouve à cer- « taines parties de la montagne, des laves qui « affectaient une forme sphérique, et qui pa- « raissaient avoir roulé. On conçoit aisément « comment la forme de ces laves peut varier « suivant une infinité de circonstances, etc. [1]. »

Il entre des matières de toute espèce dans la composition des laves; on a tiré du fer et un peu de cuivre de celles du sommet du Vésuve; il y en a même quelques-unes d'assez métalliques pour conserver la flexibilité du métal : j'ai vu de grandes tables de lave de deux pouces d'épaisseur, travaillées et polies comme des tables de marbre, se courber par leur propre poids; j'en ai vu d'autres qui pliaient sous une forte charge, mais qui reprenaient le plan horizontal par leur élasticité.

Toutes les laves étant réduites en poudre, sont, comme le verre, susceptibles d'être converties par l'intermède de l'eau, d'abord en argile, et peuvent devenir ensuite, par le mélange des poussières et des détriments de végétaux, d'excellents terrains. Ces faits sont démontrés par les belles et grandes forêts qui environnent l'Etna, qui toutes sont sur un fond de lave recouvert d'une bonne terre de plusieurs pieds d'épaisseur; les cendres se convertissent encore plus vite en terre que les poudres de verre et de lave : on voit, dans la cavité des cratères des anciens volcans actuellement éteints, des terrains fertiles; on en trouve de même sur le cours de tous les anciens torrents de lave. Les dévastations causées par les volcans sont donc limitées par le temps; et, comme la nature tend toujours plus à produire qu'à détruire, elle répare, dans l'espace de quelques siècles, les dévastations du feu sur la terre et lui rend sa fécondité en se servant même des matériaux lancés pour la destruction.

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1766, pages 75 et suivantes.

PREUVES
DE LA
THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE XVII.

DES ILES NOUVELLES, DES CAVERNES, DES PENTES PERPENDICULAIRES, ETC.

Les îles nouvelles se forment de deux façons, ou subitement par l'action des feux souterrains, ou lentement par le dépôt du limon des eaux. Nous parlerons d'abord de celles qui doivent leur origine à la première de ces deux causes. Les anciens historiens et les voyageurs modernes rapportent à ce sujet des faits, de la vérité desquels on ne peut guère douter. Sénèque assure que de son temps l'île de Thérasie [1] parut tout d'un coup à la vue des mariniers. Pline rapporte qu'autrefois il y eut treize îles dans la mer Méditerranée qui sortirent en même temps du fond des eaux, et que Rhodes et Délos sont les principales de ces treize îles nouvelles; mais il paraît par ce qu'il en dit, et par ce qu'en disent aussi Ammien Marcellin, Philon, etc., que ces treize îles n'ont pas été produites par un tremblement de terre, ni par une explosion souterraine : elles étaient auparavant cachées sous les eaux, et la mer en s'abaissant a laissé, disent-ils, ces îles à découvert; Délos avait même le nom de *Pelagia*, comme ayant autrefois appartenu à la mer. Nous ne savons donc pas si l'on doit attribuer l'origine de ces treize îles nouvelles à l'action des feux souterrains ou à quelque autre cause qui aurait produit un abaissement et une diminution des eaux dans la mer Méditerranée; mais Pline rapporte que l'île d'Hiéra, près de Thérasie, a été formée de masses ferrugineuses et de terres lancées du fond de la mer; et, dans le chapitre quatre-vingt-neuf, il parle de plusieurs autres îles formées de la même façon. Nous avons sur tout cela des faits plus certains et plus nouveaux.

[1] Aujourd'hui Santorin.

Le 23 mai 1707, au lever du soleil, on vit de cette même île de Thérasie ou de Santorin, à deux ou trois milles en mer, comme un rocher flottant : quelques gens curieux y allèrent, et trouvèrent que cet écueil, qui était sorti du fond de la mer, augmentait sous leur pieds; et ils en rapportèrent de la pierre ponce et des huitres, que le rocher, qui s'était élevé du fond de la mer, tenait encore attachées à sa surface. Il y avait eu un petit tremblement de terre à Santorin deux jours avant la naissance de cet écueil. Cette nouvelle île augmenta considérablement jusqu'au 14 juin, sans accident, et elle avait alors un demi-mille de tour, et vingt à trente pieds de hauteur; la terre était blanche et tenait un peu de l'argile : mais après cela la mer se troubla de plus en plus, il s'en éleva des vapeurs qui infectaient l'île de Santorin; et le 16 juillet on vit dix-sept ou dix-huit rochers sortir à la fois du fond de la mer; ils se réunirent. Tout cela se fit avec un bruit affreux, qui continua plus de deux mois, et des flammes qui s'élevaient de la nouvelle île; elle augmentait toujours en circuit et en hauteur, et les explosions lançaient toujours des rochers et des pierres à plus de sept milles de distance. L'île de Santorin elle-même a passé chez les anciens pour une production nouvelle; et en 726, 1427 et 1573, elle a reçu des accroissements, et il s'est formé de petites îles auprès de Santorin. (Voyez *l'Hist. de l'Acad.* 1708, pages 23 et suiv.) Le même volcan, qui du temps de Sénèque a formé l'île de Santorin, a produit, du temps de Pline, celle d'Hiéra, ou de Volcanelle, et de nos jours a formé l'écueil dont nous venons de parler.

Le 10 octobre 1720, on vit auprès de l'île de Tercère un feu assez considérable s'élever de la mer; des navigateurs s'en étant approchés par ordre du gouverneur, ils aperçurent, le 19 du même mois, une île qui n'était que feu et fumée, avec une prodigieuse quantité de cendres jetées au loin comme par la force d'un volcan, avec un bruit pareil à celui du tonnerre. Il se fit en même temps un tremblement de terre qui se fit sentir dans les lieux circonvoisins, et on remarqua sur la mer une grande quantité de pierres ponces, surtout autour de la nouvelle île; ces pierres ponces voyagent et on en a quelquefois trouvé une grande quantité dans le milieu même des grandes mers. (Voyez *Trans. phil. Abr.* vol. VI, part. 2, page 154.) L'Histoire de l'Académie, année 1721, dit, à l'occasion de cet événement qu'après un tremblement de terre dans l'île de Saint-Michel, l'une des Açores, il a paru à vingt-huit lieues au large, entre cette île et la Tercère, un torrent de feu qui a donné naissance à deux nouveaux écueils. (Page 26.) Dans le volume de l'année suivante, 1722, on trouve le détail qui suit :

« M. Delisle a fait savoir à l'Académie plusieurs particularités de la nouvelle île entre les Açores, dont nous n'avions dit qu'un mot, en 1721, page 26; il les avait tirées d'une lettre de M. de Montagnac, consul à Lisbonne.

« Un vaisseau où il était, mouilla, le 18 septembre 1721, devant la forteresse de la ville de Saint-Michel, qui est dans l'île du même nom, et voici ce qu'on apprit d'un pilote du port :

« La nuit du 7 au 8 décembre 1720, il y eut un grand tremblement de terre dans la Tercère et dans Saint-Michel, distantes l'une de l'autre de vingt-huit lieues, et l'île neuve sortit; on remarqua en même temps que la pointe de l'île de Pic, qui en était à trente lieues, et qui auparavant jetait du feu, s'était affaissée et n'en jetait plus : mais l'île neuve jetait continuellement une grosse fumée; et effectivement elle fut vue du vaisseau où était M. de Montagnac, tant qu'il en fut à portée. Le pilote assura qu'il avait fait dans une chaloupe le tour de l'île, en l'approchant le plus qu'il avait pu. Du côté du sud, il jeta la sonde et fila soixante brasses sans trouver fond : du côté de l'ouest, il trouva les eaux fort changées; elles étaient d'un blanc bleu et vert, qui semblait du bas-fond, et qui s'étendait à deux tiers de lieue; elles paraissaient vouloir bouillir : au nord-ouest, qui était l'endroit d'où sortait la fumée, il trouva quinze brasses d'eau fond de gros sable; il jeta une pierre à la mer, et il vit, à l'endroit où elle était tombée, l'eau bouillir et sauter en l'air avec impétuosité; le fond était si chaud qu'il fondit deux fois de suite le suif qui était au bout du plomb. Le pilote observa encore de ce côté-là que la fumée sortait d'un petit lac borné d'une dune de sable. L'île est à peu près ronde et assez haute pour être aperçue de sept à huit lieues dans un temps clair.

« On a appris depuis par une lettre de M. Adrien, consul de la nation française dans l'île de Saint-Michel, en date du mois de mars 1722, que l'île neuve avait considérablement

« diminué, et qu'elle était presque à fleur d'eau, « de sorte qu'il n'y avait pas d'apparence qu'elle « subsistât encore longtemps. » Page 12.

On est donc assuré par ces faits et par un grand nombre d'autres semblables à ceux-ci, qu'au-dessous même des eaux de la mer les matières inflammables, renfermées dans le sein de la terre, agissent et font des explosions violentes. Les lieux où cela arrive sont des espèces de volcans qu'on pourrait appeler sous-marins, lesquels ne diffèrent des volcans ordinaires que par le peu de durée de leur action, et le peu de fréquence de leurs effets ; car on conçoit bien que le feu s'étant une fois ouvert un passage, l'eau doit y pénétrer et l'éteindre. L'île nouvelle laisse nécessairement un vide que l'eau doit remplir ; et cette nouvelle terre, qui n'est composée que des matières rejetées par le volcan marin, doit ressembler en tout au *Monte di Cenere*, et aux autres éminences que les volcans terrestres ont formées en plusieurs endroits ; or, dans le temps du déplacement causé par la violence de l'explosion, et pendant ce mouvement, l'eau aura pénétré dans la plupart des endroits vides, et elle aura éteint pour un temps ce feu souterrain. C'est apparemment par cette raison, que ces volcans sous-marins agissent plus rarement que les volcans ordinaires, quoique les causes de tous les deux soient les mêmes, et que les matières qui produisent et nourrissent ces feux souterrains puissent se trouver sous les terres couvertes par la mer en aussi grande quantité que sous les terres qui sont à découvert.

Ce sont ces mêmes feux souterrains ou sous-marins qui sont la cause de toutes ces ébullitions des eaux de la mer, que les voyageurs ont remarquées en plusieurs endroits, et des trombes dont nous avons parlé : ils produisent aussi des orages et des tremblements qui ne sont pas moins sensibles sur la mer que sur la terre. Ces îles qui ont été formées par ces volcans sous-marins, sont ordinairement composées de pierres-ponces et de rochers calcinés ; et ces volcans produisent, comme ceux de la terre, des tremblements et des commotions très-violentes.

On a aussi vu souvent des feux s'élever de la surface des eaux. Pline nous dit que le lac de Trasimène a paru enflammé sur toute sa surface. Agricola rapporte que lorsqu'on jette une pierre dans le lac de Denstad en Thuringe, il semble, lorsqu'elle descend dans l'eau, que ce soit un trait de feu

Enfin la quantité de pierres ponces que les voyageurs nous assurent avoir rencontrées dans plusieurs endroits de l'Océan et de la Méditerranée, prouve qu'il y a au fond de la mer des volcans semblables à ceux que nous connaissons, et qui ne diffèrent, ni par les matières qu'ils rejettent, ni par la violence des explosions, mais seulement par la rareté et par le peu de continuité de leurs effets : tout, jusqu'aux volcans, se trouve au fond des mers, comme à la surface de la terre.

Si même on y fait attention, on trouvera plusieurs rapports entre les volcans de terre et les volcans de mer, les uns et les autres ne se trouvent que dans les sommets des montagnes. Les îles des Açores et celles de l'Archipel ne sont que des pointes de montagnes, dont les unes s'élèvent au-dessus de l'eau, et les autres sont au-dessous. On voit, par la relation de la nouvelle île des Açores, que l'endroit d'où sortait la fumée n'était qu'à quinze brasses de profondeur sous l'eau ; ce qui étant comparé avec les profondeurs ordinaires de l'Océan, prouve que cet endroit même est un sommet de montagne. On en peut dire tout autant du terrain de la nouvelle île auprès de Santorin : il n'était pas à une grande profondeur sous les eaux, puisqu'il y avait des huîtres attachées aux rochers qui s'élevèrent. Il paraît aussi que ces volcans de mer ont quelquefois, comme ceux de terre, des communications souterraines, puisque le sommet du volcan du pic de Saint-George, dans l'île de Pic, s'abaissa lorsque la nouvelle île des Açores s'éleva. On doit encore observer que ces nouvelles îles ne paraissent jamais qu'auprès des anciennes, et qu'on n'a pas d'exemple qu'il s'en soit élevé de nouvelles dans les hautes mers : on doit donc regarder le terrain où elles sont, comme une continuation de celui des îles voisines ; et, lorsque ces îles ont des volcans, il n'est pas étonnant que le terrain qui en est voisin, contienne des matières propres à en former, et que ces matières viennent à s'enflammer, soit par la seule fermentation, soit par l'action des vents souterrains.

Au reste, les îles produites par l'action du feu et des tremblements de terre sont en petit nombre, et ces événements sont rares : mais il y a un nombre infini d'îles nouvelles produites par les limons, les sables et les terres que les eaux des fleuves ou de la mer entraînent et transportent en différents endroits. A l'embouchure de

toutes les rivieres, il se forme des amas de terre et des bancs de sable, dont l'étendue devient souvent assez considérable pour former des îles d'une grandeur médiocre. La mer, en se retirant et en s'éloignant de certaines côtes, laisse à découvert les parties les plus élevées du fond, ce qui forme autant d'îles nouvelles; et de même en s'étendant sur de certaines plages, elle en couvre les parties les plus basses, et laisse paraître les parties les plus élevées qu'elle n'a pu surmonter, ce qui fait encore autant d'îles; et on remarque en conséquence qu'il y a fort peu d'îles dans le milieu des mers, et qu'elles sont presque toutes dans le voisinage des continents où la mer les a formées, soit en s'éloignant, soit en s'approchant de ces différentes contrées.

L'eau et le feu, dont la nature est si différente et même si contraire, produisent donc des effets semblables, ou du moins qui nous paraissent être tels, indépendamment des productions particulières de ces deux éléments, dont quelques-unes se ressemblent au point de s'y méprendre, comme le cristal et le verre, l'antimoine naturel et l'antimoine fondu, les pépites naturelles des mines, et celles qu'on fait artificiellement par la fusion, etc. Il y a dans la nature une infinité de grands effets que l'eau et le feu produisent, qui sont assez semblables pour qu'on ait de la peine à les distinguer. L'eau, comme on l'a vu, a produit les montagnes et formé la plupart des îles; le feu a élevé quelques collines et quelques îles : il en est de même des cavernes, des fentes, des ouvertures, des gouffres, etc.; les unes ont pour origine les feux souterrains, et les autres les eaux tant souterraines que superficielles.

Les cavernes se trouvent dans les montagnes, et peu ou point du tout dans les plaines; il y en a beaucoup dans les îles de l'Archipel et dans plusieurs autres îles, et cela, parce que les îles ne sont en général que des dessus de montagnes. Les cavernes se forment, comme les précipices, par l'affaissement des rochers, ou, comme les abimes, par l'action du feu : car, pour faire d'un précipice ou d'un abime une caverne, il ne faut qu'imaginer des rochers contrebutés et faisant voûte par-dessus; ce qui doit arriver très-souvent lorsqu'ils viennent à être ébranlés et déracinés. Les cavernes peuvent être produites par les mêmes causes qui produisent les ouvertures, les ébranlements et les affaissements des terres; et ces causes sont les explosions des volcans, l'action des vapeurs souterraines et les tremblements de terres; car ils font des bouleversements et des éboulements qui doivent nécessairement former des cavernes, des trous, des ouvertures et des anfractuosités de toute espèce.

La caverne de Saint-Patrice en Irlande n'est pas aussi considérable qu'elle est fameuse; il en est de même de la grotte du Chien en Italie, et de celle qui jette du feu dans la montagne de Beni-Guazeval au royaume de Fez. Dans la province de Derby en Angleterre, il y a une grande caverne fort considérable et beaucoup plus grande que la fameuse caverne de Bauman auprès de la forêt Noire dans le pays de Brunswick. J'ai appris par une personne aussi respectable par son mérite que par son nom (mylord comte de Morton), que cette grande caverne, appelée *Devel's-Hole*, présente d'abord une ouverture fort considérable, comme celle d'une très-grande porte d'église; que par cette ouverture il coule un gros ruisseau; qu'en avançant, la voûte de la caverne se rabaisse si fort, qu'en un certain endroit, on est obligé, pour continuer sa route, de se mettre sur l'eau du ruisseau dans des baquets fort plats, où on se couche pour passer sous la voûte de la caverne, qui est abaissée dans cet endroit au point que l'eau touche presque à la voute : mais, après avoir passé cet endroit, la voûte se releve, et on voyage encore sur la rivière, jusqu'à ce que la voûte se rabaisse de nouveau et touche à la superficie de l'eau, et c'est là le fond de la caverne et la source du ruisseau qui en sort; il grossit considérablement dans de certains temps, et il amène et amoncelle beaucoup de sable dans un endroit de la caverne qui forme comme un cul-de-sac, dont la direction est différente de celle de la caverne principale.

Dans la Carniole, il y a une caverne auprès de Ponpéchio, qui est fort spacieuse, et dans laquelle on trouve un grand lac souterrain. Près d'Adelsperg, il y a une caverne dans laquelle on peut faire deux milles d'Allemagne de chemin, et où on trouve des précipices très-profonds. (Voy. *Act. erud. Lips.*, ann. 1689, pag. 558.) Il y a aussi de grandes cavernes et de belles grottes sous les montagnes de Mendipp en Galles; on trouve des mines de plomb auprès de ces cavernes, et des chênes enterrés à quinze brasses de profondeur. Dans la province de Glocester, il y a une très-grande caverne qu'on

appelée *Pen-park-hole*, au fond de laquelle on trouve de l'eau à trente-deux brasses de profondeur; on y trouve aussi des filons de mine de plomb.

On voit bien que la caverne de Devel's-Hole et les autres, dont il sort de grosses fontaines ou des ruisseaux, ont été creusées et formées par les eaux qui ont apporté les sables et les matières divisées qu'on trouve entre les rochers et les pierres, et on aurait tort de rapporter l'origine de ces cavernes aux éboulements et aux tremblements de terre.

Une des plus singulières et des plus grandes cavernes que l'on connaisse, est celle d'Antiparos, dont M. de Tournefort nous a donné une ample description. On trouve d'abord une caverne rustique d'environ trente pas de largeur, partagée par quelques piliers naturels : entre les deux piliers qui sont sur la droite, il y a un terrain en pente douce, et ensuite jusqu'au fond de la même caverne, une pente plus rude d'environ vingt pas de longueur; c'est le passage pour aller à la grotte ou caverne intérieure, et ce passage n'est qu'un trou fort obscur, par lequel on ne saurait entrer qu'en se baissant, et au secours des flambeaux. On descend d'abord dans un précipice horrible à l'aide d'un câble que l'on prend la précaution d'attacher tout à l'entrée; on se coule dans un autre bien plus effroyable, dont les bords sont fort glissants, et qui répondent sur la gauche à des abimes profonds. On place sur les bords de ces gouffres une échelle, au moyen de laquelle on franchit, en tremblant, un rocher tout à fait coupé à plomb; on continue à glisser par des endroits un peu moins dangereux. Mais, dans le temps qu'on se croit en pays praticable, le pas le plus affreux vous arrête tout court, et on s'y casserait la tête, si on n'était averti ou arrêté par ses guides : pour le franchir il faut se couler sur le dos le long d'un gros rocher, et descendre une échelle qu'il faut y porter exprès; quand on est arrivé au bas de l'échelle, on se roule quelque temps encore sur des rochers, et enfin on arrive dans la grotte. On compte trois cents brasses de profondeur depuis la surface de la terre : la grotte paraît avoir quarante brasses de hauteur sur cinquante de large; elle est remplie de belles et grandes stalactites de différentes formes, tant au-dessus de la voûte que sur le terrain d'en bas. (Voyez le *Voyage du Levant*, page 188 et suivantes.)

Dans la partie de la Grèce appelée Livadie (*Achaia*, des anciens), il y a une grande caverne dans une montagne, qui était autrefois fort fameuse par les oracles de Trophonius, entre le lac de Livadia et la mer voisine, qui, dans l'endroit le plus près, en est à quatre milles : il y a quarante passages souterrains à travers le rocher, sous une haute montagne, par où les eaux du lac s'écoulent. Voyez *Géographie de Gordon, édition de Londres*, 1733, page 179.

Dans tous les volcans, dans tous les pays qui produisent du soufre, dans toutes les contrées qui sont sujettes aux tremblements de terre, il y a des cavernes : le terrain de la plupart des îles de l'Archipel est caverneux presque partout; celui des îles de l'océan Indien, principalement celui des îles Moluques, ne paraît être soutenu que sur des voûtes et des concavités; celui des îles Açores, celui des îles Canaries, celui des îles du cap Vert, et en général le terrain de presque toutes les petites îles, est, à l'intérieur, creux et caverneux en plusieurs endroits, parce que ces îles ne sont, comme nous l'avons dit, que des pointes de montagnes, où il s'est fait des éboulements considérables, soit par l'action des volcans, soit par celle des eaux, des gelées et des autres injures de l'air. Dans les Cordilières, où il y a plusieurs volcans et où les tremblements de terre sont fréquents, il y a aussi un grand nombre de cavernes, de même que dans le volcan de l'île de Banda, dans le mont Ararat, qui est un ancien volcan, etc.

Le fameux labyrinthe de l'île de Candie n'est pas l'ouvrage de la nature toute seule; M. de Tournefort assure que les hommes y ont beaucoup travaillé : et on doit croire que cette caverne n'est pas la seule que les hommes aient augmentée; ils en forment même tous les jours de nouvelles en fouillant les mines et les carrières; et lorsqu'elles sont abandonnées pendant un très-long espace de temps, il n'est pas fort aisé de reconnaître si ces excavations ont été produites par la nature ou faites de la main des hommes. On connaît des carrières qui sont d'une étendue très-considérable, celle de Maëstricht, par exemple, où l'on dit que cinquante mille personnes peuvent se réfugier, et qui est soutenue par plus de mille piliers qui ont vingt ou vingt-quatre pieds de hauteur; l'épaisseur de terre ou de rocher qui est au-dessus, est de plus de vingt-cinq brasses. Il y a, dans plu-

sieurs endroits de cette carrière, de l'eau et de petits étangs où l'on peut abreuver le bétail, etc. (Voyez *Trans. Phil. Abr. Hist.* volume II, page 463.) Les mines de sel de Pologne forment des excavations encore plus grandes que celle-ci. Il y a ordinairement de vastes carrières auprès de toutes les grandes villes, mais nous n'en parlerons pas ici en détail : d'ailleurs, les ouvrages des hommes, quelque grands qu'ils puissent être, ne tiendront jamais qu'une bien petite place dans l'histoire de la nature.

Les volcans et les eaux, qui produisent les cavernes à l'intérieur, forment aussi à l'extérieur des fentes, des précipices et des abimes. A Cajéta en Italie, il y a une montagne qui autrefois a été séparée par un tremblement de terre, de façon qu'il semble que la division en a été faite par la main des hommes. Nous avons déjà parlé de l'ornière de l'île de Machian, de l'abime du mont Ararat, de la porte des Cordilières et de celles des Thermopiles, etc. ; nous pouvons y ajouter la porte de la montagne des Troglodytes en Arabie, celle des Échelles en Savoie, que la nature n'avait fait qu'ébaucher, et que Victor Amédée a fait achever. Les eaux produisent, aussi bien que les feux souterrains, des affaissements de terre considérables, des éboulements, des chutes de rochers, des renversements de montagnes, dont nous pouvons donner plusieurs exemples.

« Au mois de juin 1714, une partie de la « montagne de Diableret en Valais tomba subi- « tement et tout à la fois entre deux et trois « heures après midi, le ciel étant fort serein. « Elle était de figure conique. Elle renversa « cinquante-cinq cabanes de paysans, écrasa « quinze personnes et plus de cent bœufs et « vaches, et beaucoup plus de menu bétail, et « couvrit de ses débris une bonne lieue carrée; « il y eut une profonde obscurité causée par la « poussière : les tas de pierres amassées en bas « sont hauts de plus de trente perches, qui sont « apparemment des perches du Rhin de dix « pieds ; ces amas ont arrêté des eaux qui for- « ment de nouveaux lacs fort profonds. Il n'y a « dans tout cela nul vestige de matière bitumi- « neuse, ni de soufre, ni de chaux cuite, ni par « conséquent de feu souterrain; apparemment la « base de ce grand rocher s'était pourrie d'elle- « même et réduite en poussière. » (*Hist. de l'Acad. des scienc.*, page 4, année 1715.)

On a un exemple remarquable de ces affaissements dans la province de Kent, auprès de Folkstone : les collines des environs ont baissé de distance en distance par un mouvement insensible et sans aucun tremblement de terre; ces collines sont à l'intérieur des rochers de pierre et de craie. Par cet affaissement, elles ont jeté dans la mer des rochers et des terres qui en étaient voisines. On peut voir la relation de ce fait bien attesté dans les *Trans. Phil. Abr.* vol. IV, page 250.

En 1618, la ville de Pieurs en Valteline fut enterrée sous les rochers, au pied desquels elle était située. En 1678, il y eut une grande inondation en Gascogne, causée par l'affaissement de quelques morceaux de montagnes dans les Pyrénées, qui firent sortir les eaux qui étaient contenues dans les cavernes souterraines de ces montagnes. En 1680, il en arriva encore une plus grande en Irlande, qui avait aussi pour cause l'affaissement d'une montagne dans des cavernes remplies d'eau. On peut concevoir aisément la cause de tous ces effets; on sait qu'il y a des eaux souterraines en une infinité d'endroits : ces eaux entrainent peu à peu les sables et les terres à travers lesquels elles passent, et par conséquent, elles peuvent détruire peu à peu la couche de terre sur laquelle porte une montagne ; et cette couche de terre qui lui sert de base, venant à manquer plutôt d'un côté que de l'autre, il faut que la montagne se renverse; ou si cette base manque à peu près également partout, la montagne s'affaisse sans se renverser.

Après avoir parlé des affaissements, des éboulements et de tout ce qui n'arrive, pour ainsi dire, que par accident dans la nature, nous ne devons pas passer sous silence une chose qui est plus générale, plus ordinaire et plus ancienne, ce sont les fentes perpendiculaires que l'on trouve dans toutes les couches de terre. Ces fentes sont sensibles et aisées à reconnaitre, non-seulement dans les rochers, dans les carrières de marbre et de pierre, mais encore dans les argiles et dans les terres de toute espèce qui n'ont pas été remuées ; et on peut les observer dans toutes les coupes un peu profondes des terrains, et dans toutes les cavernes et les excavations. Je les appelle fentes perpendiculaires, parce que ce n'est jamais que par accident lorsqu'elles sont obliques, comme les couches horizontales ne sont inclinées que par accident.

Woodward et Ray parlent de ces fentes, mais d'une manière confuse, et ils ne les appellent pas fentes perpendiculaires, parce qu'ils croient qu'elles peuvent être indifféremment obliques ou perpendiculaires; et aucun auteur n'en a expliqué l'origine : cependant, il est visible que ces fentes ont été produites, comme nous l'avons dit dans le discours précédent, par le dessèchement des matières qui composent les couches horizontales. De quelque manière que ce dessèchement soit arrivé, il a dû produire des fentes perpendiculaires; les matières qui composent les couches n'ont pas pu diminuer de volume sans se fendre de distance en distance, dans une direction perpendiculaire à ces mêmes couches. Je comprends cependant sous ce nom de fentes perpendiculaires toutes les séparations naturelles des rochers, soit qu'ils se trouvent dans leur position originaire, soit qu'ils aient un peu glissé sur leur base, et que par conséquent ils se soient un peu éloignés les uns des autres. Lorsqu'il est arrivé quelque mouvement considérable à des masses de rochers, ces fentes se trouvent quelquefois posées obliquement, mais c'est parce que la masse est elle-même oblique; et, avec un peu d'attention, il est toujours fort aisé de reconnaître que ces fentes sont en général perpendiculaires aux couches horizontales, surtout dans les carrières de marbre, de pierres à chaux, et dans toutes les grandes chaînes de rocher.

L'intérieur des montagnes est principalement composé de pierres et de rochers, dont les différents lits sont parallèles. On trouve souvent entre les lits horizontaux de petites couches d'une matière moins dure que la pierre, et les fentes perpendiculaires sont remplies de sable, de cristaux, de minéraux, de métaux, etc. Ces dernières matières sont d'une formation plus nouvelle que celle des lits horizontaux dans lesquels on trouve des coquilles marines. Les pluies ont peu à peu détaché les sables et les terres du dessus des montagnes, et elles ont laissé à découvert les pierres et les autres matières solides, dans lesquelles on distingue aisément les couches horizontales et les fentes perpendiculaires; dans les plaines, au contraire, les eaux des pluies et les fleuves ayant amené une quantité considérable de terre, de sable, de gravier, et d'autres matières divisées, il s'en est formé des couches de tuf, de pierre molle et fondante, de sable et de gravier arrondi, de terre mêlée de végétaux. Ces couches ne contiennent point de coquilles marines, ou du moins ne contiennent que des fragments qui ont été détachés des montagnes avec les graviers et les terres. Il faut distinguer avec soin ces nouvelles couches des anciennes, où l'on trouve presque toujours un grand nombre de coquilles entières et posées dans leur situation naturelle.

Si l'on veut observer l'ordre et la distribution antérieure des matières dans une montagne composée, par exemple, de pierres ordinaires ou de matières lapidifiques calcinables, on trouve ordinairement sous la terre végétale une couche de gravier; ce gravier est de la nature et de la couleur de la pierre qui domine dans ce terrain, et sous le gravier on trouve de la pierre. Lorsque la montagne est coupée par quelque tranchée ou par quelque ravine profonde, on distingue aisément tous les bancs, toutes les couches dont elle est composée; chaque couche horizontale est séparée par une espèce de joint, qui est aussi horizontal; et l'épaisseur de ces bancs ou de ces couches horizontales augmente ordinairement à proportion qu'elles sont plus basses, c'est-à-dire plus éloignées du sommet de la montagne; on reconnaît aussi que des fentes à peu près perpendiculaires divisent toutes ces couches et les coupent verticalement. Pour l'ordinaire, la première couche, le premier lit qui se trouve sous le gravier, et même le second, sont non-seulement plus minces que les lits qui forment la base de la montagne, mais ils sont aussi divisés par des fentes perpendiculaires si fréquentes, qu'ils ne peuvent fournir aucun morceau de longueur, mais seulement du moellon. Ces fentes perpendiculaires, qui sont en si grand nombre à la superficie, et qui ressemblent parfaitement aux gerçures d'une terre qui se serait desséchée, ne parviennent pas toutes, à beaucoup près, jusqu'au pied de la montagne : la plupart disparaissent insensiblement à mesure qu'elles descendent; et au bas il ne reste qu'un certain nombre de ces fentes perpendiculaires, qui coupent encore plus à plomb qu'à la superficie des bancs inférieurs, qui ont aussi plus d'épaisseur que les bancs supérieurs.

Ces lits de pierre ont souvent, comme je l'ai dit, plusieurs lieues d'étendue sans interruption: on retrouve aussi presque toujours la même nature de pierre dans la montagne opposée, quoiqu'elle en soit séparée par une gorge ou par un vallon : et les lits de pierre ne disparaissent entiè-

rement que dans les lieux où la montagne s'abaisse et se met au niveau de quelque grande plaine. Quelquefois entre la première couche de terre végétale et celle du gravier, on en trouve une de marne, qui communique sa couleur et ses autres caractères aux deux autres; alors les fentes perpendiculaires des carrières qui sont au-dessous sont remplies de cette marne, qui y acquiert une dureté presque égale en apparence à celle de la pierre, mais en l'exposant à l'air, elle se gerce, elle s'amollit, et elle devient grasse et ductile.

Dans la plupart des carrières, les lits qui forment le dessus ou le sommet de la montagne sont de pierre tendre, et ceux qui forment la base de la montagne sont de pierre dure; la première est ordinairement blanche, d'un grain si fin qu'à peine il peut être aperçu : la pierre devient plus grenue et plus dure à mesure qu'on descend; et la pierre des bancs les plus bas est non-seulement plus dure que celle des lits supérieurs, mais elle est aussi plus serrée, plus compacte et plus pesante; son grain est fin et brillant, et souvent elle est aigre et se casse presque aussi net que le caillou.

Le noyau d'une montagne est donc composé de différents lits de pierre, dont les supérieurs sont de pierre tendre, et les inférieurs de pierre dure. Le noyau pierreux est toujours plus large à la base et plus pointu et plus étroit au sommet : on peut en attribuer la cause à ces différents degrés de dureté que l'on trouve dans les lits de pierre; car, comme ils deviennent d'autant plus durs qu'ils s'éloignent davantage du sommet de la montagne, on peut croire que les courants et les autres mouvements des eaux qui ont creusé les vallées et donné la figure aux contours des montagnes, auront usé latéralement les matières dont la montagne est composée, et les auront dégradées d'autant plus qu'elles auront été plus molles; en sorte que les couches supérieures, étant les plus tendres, auront souffert la plus grande diminution sur leur largeur, et auront été usées latéralement plus que les autres; les couches suivantes auront résisté un peu davantage; et celles de la base étant plus anciennes, plus solides, et formées d'une matière plus compacte et plus dure, auront été plus en état que toutes les autres de se défendre contre l'action des causes extérieures, et elles n'auront souffert que peu ou point de diminution latérale par le frottement des eaux. C'est là l'une des causes auxquelles on peut attribuer l'origine de la pente des montagnes; cette pente sera devenue encore plus douce, à mesure que les terres du sommet et les graviers auront coulé et auront été entraînés par les eaux des pluies, et c'est par ces deux raisons que toutes les collines et les montagnes, qui ne sont composées que de pierres calcinables ou d'autres matières lapidifiques calcinables, ont une pente qui n'est jamais aussi rapide que celle des montagnes composées de roc vif et de caillou en grande masse, qui sont ordinairement coupées à plomb à des hauteurs très-considérables, parce que, dans ces masses de matières vitrifiables, les lits supérieurs, aussi bien que les lits inférieurs, sont d'une très-grande dureté, et qu'ils ont tous également résisté à l'action des eaux, qui n'a pu les user qu'également du haut en bas, et leur donner par conséquent une pente perpendiculaire ou presque perpendiculaire.

Lorsqu'au-dessus de certaines collines dont le sommet est plat et d'une assez grande étendue, on trouve d'abord de la pierre dure sous la couche de terre végétale, on remarquera, si l'on observe les environs de ces collines, que ce qui paraît en être le sommet, ne l'est pas en effet, et que ce dessus de colline n'est que la continuation de la pente insensible de quelque colline plus élevée; car, après avoir traversé cet espace de terrain, on trouve d'autres éminences qui s'élèvent plus haut, et dont les couches supérieures sont de pierre tendre, et les inférieures de pierre dure : c'est le prolongement de ces dernières couches qu'on retrouve au-dessus de la première colline.

Lorsqu'au contraire on ouvre une carrière à peu près au sommet d'une montagne et dans un terrain qui n'est surmonté d'aucune hauteur considérable, on n'en tire ordinairement que de la pierre tendre, et il faut fouiller très-profondément pour trouver la pierre dure. Ce n'est jamais qu'entre ces lits de pierre dure que l'on trouve des bancs de marbres : ces marbres sont diversement colorés par les terres métalliques que les eaux pluviales introduisent dans les couches par infiltration, après les avoir détachées des autres couches supérieures; et on peut croire que dans tous les pays où il y a de la pierre, on trouverait des marbres si l'on fouillait assez profondément pour arriver aux bancs de pierre dure : *quoto enim loco non suum marmor invenitur?* dit Pline. C'est en effet une pierre bien

plus commune qu'on ne le croit, et qui ne diffère des autres pierres que par la finesse du grain, qui la rend plus compacte et susceptible d'un poli brillant; qualité qui lui est essentielle, et de laquelle elle a tiré sa dénomination chez les anciens.

Les fentes perpendiculaires des carrières et les joints des lits de pierre sont souvent remplis et incrustés de certaines concrétions, qui sont tantôt transparentes comme le cristal, et d'une figure régulière, et tantôt opaques et terreuses; l'eau coule par les fentes perpendiculaires, et elle pénètre même le tissu serré de la pierre; les pierres qui sont poreuses s'imbibent d'une si grande quantité d'eau que la gelée les fait fendre et éclater. Les eaux pluviales, en criblant à travers les lits d'une carrière, et pendant le séjour qu'elles font dans les couches de marne, de pierre, de marbre, en détachent les molécules les moins adhérentes et les plus fines, et se chargent de toutes les matières qu'elles peuvent enlever ou dissoudre. Ces eaux coulent d'abord le long des fentes perpendiculaires; elles pénètrent ensuite entre les lits de pierre; elles déposent entre les joints horizontaux, aussi bien que dans les fentes perpendiculaires, les matières qu'elles ont entraînées, et elles y forment des congélations différentes, suivant les différentes matières qu'elles déposent : par exemple, lorsque ces eaux *gouttières* criblent à travers la marne, la craie ou la pierre tendre, la matière qu'elles déposent n'est aussi qu'une marne très-pure et très-fine qui se pelotonne ordinairement dans les fentes perpendiculaires des rochers sous la forme d'une substance poreuse, molle, ordinairement fort blanche et très-légère, que les naturalistes ont appelée *lac lunæ* ou *medulla saxi*.

Lorsque ces filets d'eau chargés de matière lapidifique s'écoulent par les joints horizontaux des lits de pierre tendre ou de craie, cette matière s'attache à la superficie des blocs de pierre, et elle y forme une croûte écailleuse, blanche, légère et spongieuse. C'est cette espèce de matière que quelques auteurs ont nommée *agaric minéral*, par sa ressemblance avec l'agaric végétal. Mais, si la matière des couches a un certain degré de dureté, c'est-à-dire, si les lits de la carrière sont de pierre dure ordinaire, de pierre propre à faire de la bonne chaux, le filtre étant alors plus serré, l'eau en sortira chargée d'une matière lapidifique plus pure, plus homogene, et dont les molecules pourront s'engrener plus exactement, s'unir plus intimement; et alors il s'en formera des congélations qui auront à peu près la dureté de la pierre et un peu de transparence, et l'on trouvera dans ces carrières, sur la superficie des blocs, des incrustations pierreuses disposées en ondes, qui remplissent entièrement les joints horizontaux.

Dans les grottes et dans les cavités des rochers, qu'on doit regarder comme les bassins et les égoûts des fentes perpendiculaires, la direction diverse des filets d'eau qui charrient la matière lapidifique donne aux concrétions qui en résultent des formes différentes; ce sont ordinairement des culs-de-lampe et des cônes renversés qui sont attachés à la voûte, ou bien ce sont des cylindres creux et très-blancs formés par des couches presque concentriques à l'axe du cylindre; et ces congélations descendent quelquefois jusqu'à terre, et forment dans ces lieux souterrains des colonnes et mille autres figures aussi bizarres que les noms qu'il a plu aux naturalistes de leur donner : tels sont ceux de stalactites, stalagmites, ostéocolles, etc.

Enfin, lorsque ces sucs concrets sortent immédiatement d'une matière très-dure, comme des marbres et des pierres dures, la matière lapidifique que l'eau charrie étant aussi homogène qu'elle peut l'être, et l'eau en ayant, pour ainsi dire, plutôt dissous que détaché les petites parties constituantes, elle prend, en s'unissant, une figure constante et régulière; elle forme des colonnes à pans, terminées par une pointe triangulaire, qui sont transparentes et composées de couches obliques, c'est ce qu'on appelle *sparr* ou *spalt*. Ordinairement, cette matière est transparente et sans couleur; mais quelquefois aussi elle est colorée lorsque la pierre dure ou le marbre dont elle sort contient des parties métalliques. Ce sparr a le degré de dureté de la pierre; il se dissout, comme la pierre, par les esprits acides; il se calcine au même degré de chaleur : ainsi, on ne peut pas douter que ce ne soit de la vraie pierre, mais qui est devenue parfaitement homogène; on pourrait même dire que c'est de la pierre pure et élémentaire, de la pierre qui est sous sa forme propre et spécifique.

Cependant, la plupart des naturalistes regardent cette matière comme une substance distincte et existante indépendamment de la pierre; c'est leur suc lapidifique ou cristallin, qui, selon eux, lie non-seulement les parties de la pierre ordinaire, mais même celles du caillou. Ce suc,

disent-ils, augmente la densité des pierres par des infiltrations réitérées; il les rend chaque jour plus pierres qu'elles n'étaient, et il les convertit enfin en véritable caillou; et lorsque ce suc s'est fixé en sparr, il reçoit, par des infiltrations réitérées de semblables sucs encore plus épurés qui en augmentent la densité et la dureté, en sorte que cette matière ayant été successivement sparr, verre, ensuite cristal, elle devient diamant. Ainsi, toutes les pierres, selon eux, tendent à devenir caillou, et toutes les matières transparentes à devenir diamant.

Mais, si cela est, pourquoi voyons-nous que dans de très-grands cantons, dans des provinces entières, ce suc cristallin ne forme que de la pierre, et que dans d'autres provinces il ne forme que du caillou? Dira-t-on que ces deux terrains ne sont pas aussi anciens l'un que l'autre, que ce suc n'a pas eu le temps de circuler et d'agir aussi longtemps dans l'un que dans l'autre? cela n'est pas probable. D'ailleurs, d'où ce suc peut-il venir? s'il produit les pierres et les cailloux, qu'est-ce qui peut le produire lui-même? Il est aisé de voir qu'il n'existe pas indépendamment de ces matières, qui seules peuvent donner à l'eau qui les pénètre cette qualité pétrifiante toujours relativement à leur nature et à leur caractère spécifique, en sorte que dans les pierres elle forme du sparr, et dans les cailloux du cristal; et il y a autant de différentes espèces de ce suc, qu'il y a de matières différentes qui peuvent le produire et desquelles il peut sortir. L'expérience est parfaitement d'accord avec ce que nous disons; on trouvera toujours que les eaux *gouttières* des carrières de pierres ordinaires forment des concrétions tendres et calcinables, comme ces pierres le sont; qu'au contraire, celles qui sortent du roc vif et du caillou, forment des congélations dures et vitrifiables, et qui ont toutes les autres propriétés du caillou, comme les premières ont toutes celles de la pierre; et les eaux qui ont pénétré des lits de matières minérales et métalliques, donnent lieu à la production des pyrites, des marcassites et des grains métalliques.

Nous avons dit qu'on pouvait diviser toutes les matières en deux grandes classes et par deux caractères généraux; les unes sont vitrifiables, les autres sont calcinables : l'argile et le caillou, la marne et la pierre peuvent être regardés comme les deux extrêmes de chacune de ces classes, dont les intervalles sont remplis par la variété presque infinie des mixtes, qui ont toujours pour base l'une ou l'autre de ces matières.

Les matières de la première classe ne peuvent jamais acquérir la nature et les propriétés de celles de l'autre : la pierre, quelque ancienne qu'on la suppose, sera toujours aussi éloignée de la nature du caillou, que l'argile l'est de la marne; aucun agent connu ne sera jamais capable de les faire sortir du cercle de combinaisons propres à leur nature. Les pays où il n'y a que des marbres et de la pierre, n'auront jamais que des marbres et de la pierre, aussi certainement que ceux où il n'y a que du grès, du caillou et du roc vif, n'auront jamais de la pierre ou du marbre.

Si l'on veut observer l'ordre et la distribution des matières dans une colline composée de matières vitrifiables, comme nous l'avons fait tout à l'heure dans une colline composée de matières calcinables, on trouvera ordinairement sous la première couche de terre végétale, un lit de glaise ou d'argile, matière vitrifiable et analogue au caillou, et qui n'est, comme je l'ai dit, que du sable vitrifiable décomposé; ou bien on trouve sous la terre végétale une couche de sable vitrifiable. Ce lit d'argile ou de sable répond au lit de gravier qu'on trouve dans les collines composées de matières calcinables. Après cette couche d'argile ou de sable, on trouve quelques lits de grès, qui, le plus souvent, n'ont pas plus d'un demi-pied d'épaisseur, et qui sont divisés en petits morceaux par une infinité de fentes perpendiculaires, comme le moellon du troisième lit de la colline composée de matières calcinables. Sous ce lit de grès on en trouve plusieurs autres de la même matière, et aussi des couches de sable vitrifiable; et le grès devient plus dur et se trouve en plus gros blocs à mesure que l'on descend. Au-dessous de ces lits de grès, on trouve une matière très-dure que j'ai appelée du roc vif ou du caillou en grande masse: c'est une matière très-dure, très-dense, qui résiste à la lime, au burin, à tous les esprits acides, beaucoup plus que n'y résiste le sable vitrifiable et même le verre en poudre, sur lesquels l'eau forte paraît avoir quelque prise. Cette matière, frappée avec un autre corps dur jette des étincelles, et elle exhale une odeur de soufre très-pénétrante. J'ai cru devoir appeler cette matière du caillou en grande masse : il est ordinairement *stratifié* sur d'autres lits d'argile, d'ardoise, de charbon de

terre et de sable vitrifiable, d'une très-grande épaisseur; et ces lits de cailloux en grande masse répondent encore aux couches de matières dures, et aux marbres qui servent de base aux collines composées de matières calcinables.

L'eau, en coulant par les fentes perpendiculaires, et en pénétrant les couches de ces sables vitrifiables, de ces grès, de ces argiles, de ces ardoises, se charge des parties les plus fines et les plus homogènes de ces matières, et elle en forme plusieurs concrétions différentes, telles que les talcs, les amiantes, et plusieurs autres matières qui ne sont que des productions de ces stillations de matières vitrifiables, comme nous l'expliquerons dans notre discours sur les minéraux.

Le caillou, malgré son extrême dureté et sa grande densité, a aussi, comme le marbre ordinaire et comme la pierre dure, ses exsudations; d'où résultent des stalactites de différentes espèces, dont les variétés dans la transparence, les couleurs et la configuration, sont relatives à la différente nature du caillou qui les produit, et participent aussi des différentes matières métalliques ou hétérogènes qu'il contient : le cristal de roche, toutes les pierres précieuses, blanches ou colorées, et même le diamant, peuvent être regardés comme des stalactites de cette espèce. Les cailloux en petite masse, dont les couches sont ordinairement concentriques, sont aussi des stalactites et des pierres parasites du caillou en grande masse, et la plupart des pierres fines opaques ne sont que des espèces de caillou. Les matières du genre vitrifiable produisent, comme l'on voit, une aussi grande variété de concrétions que celles du genre calcinable; et ces concrétions produites par les cailloux sont presque toutes des pierres dures et précieuses, au lieu que celles de la pierre calcinable ne sont que des matières tendres et qui n'ont aucune valeur.

On trouve les fentes perpendiculaires dans le roc et dans les lits de cailloux en grande masse, aussi bien que dans les lits de marbre et de pierre dure; souvent même elles y sont plus larges, ce qui prouve que cette matière, en prenant corps, s'est encore plus desséchée que la pierre. L'une et l'autre de ces collines dont nous avons observé les couches, celle de matières calcinables et celle de matières vitrifiables, sont soutenues tout au-dessous sur l'argile ou sur le sable vitrifiable, qui sont les matières communes et générales dont le globe est composé, et que je regarde comme les parties les plus légères, comme les scories de la matière vitrifiée dont il est rempli à l'intérieur : ainsi, toutes les montagnes et toutes les plaines ont pour base commune l'argile ou le sable. On voit par l'exemple du puits d'Amsterdam, par celui de Marly-Ville, qu'on trouve toujours au plus profond du sable vitriliable : j'en rapporterai d'autres exemples dans mon discours sur les minéraux.

On peut observer dans la plupart des rochers découverts, que les parois des fentes perpendiculaires se correspondent aussi exactement que celles d'un morceau de bois fendu, et cette correspondance se trouve aussi bien dans les fentes étroites que dans les plus larges. Dans les grandes carrières de l'Arabie, qui sont presque toutes de granit, ces fentes ou séparations perpendiculaires sont très-sensibles et très-fréquentes; et, quoiqu'il y en ait qui aient jusqu'à vingt et trente aunes de large, cependant les côtés se rapportent exactement, et laissent une profonde cavité entre les deux. (Voy. *Voyage de Schaw*, vol. II, page 83.) Il est assez ordinaire de trouver dans les fentes perpendiculaires des coquilles rompues en deux, de manière que chaque morceau demeure attaché à la pierre de chaque côté de la fente; ce qui fait voir que ces coquilles étaient placées dans le solide de la couche horizontale lorsqu'elle était continue, et avant que la fente s'y fût faite. (Voy. *Woodward*, page 298.)

Il y a de certaines matières dans lesquelles les fentes perpendiculaires sont fort larges, comme dans les carrières que cite M. Shaw; c'est peut être ce qui fait qu'elles y sont moins fréquentes. Dans les carrières de roc vif et de granit, les pierres peuvent se tirer en très-grandes masses : nous en connaissons des morceaux, comme les grands obélisques et les colonnes qu'on voit à Rome en tant d'endroits, qui ont plus de soixante, quatre-vingts, cent et cent cinquante pieds de longueur sans aucune interruption; ces énormes blocs sont tous d'une seule pierre continue. Il paraît que ces masses de granit ont été travaillées dans la carrière même, et qu'on leur donnait telle épaisseur que l'on voulait, à peu près comme nous voyons que dans les carrières de grès qui sont un peu profondes, on tire des blocs de telle épaisseur que l'on veut. Il y a d'autres matières où ces fentes perpendiculaires sont fort étroites : par exemple, elles sont fort étroites dans l'argile, dans la marne,

dans la craie; elles sont au contraire plus larges dans les marbres et dans la plupart des pierres dures. Il y en a qui sont imperceptibles et qui sont remplies d'une manière à peu près semblable à celle de la masse où elles se trouvent, et qui cependant interrompent la continuité des pierres; c'est ce que les ouvriers appellent des *poils* : lorsqu'ils débitent un grand morceau de pierre, et qu'ils le réduisent à une petite épaisseur, comme à un demi-pied, la pierre se casse dans la direction de ce poil. J'ai souvent remarqué dans le marbre et dans la pierre que ces poils traversent le bloc tout entier : ainsi ils ne diffèrent des fentes perpendiculaires que parce qu'il n'y a pas solution totale de continuité. Ces espèces de fentes sont remplies d'une matière transparente, et qui est du vrai sparr. Il y a un grand nombre de fentes considérables entre les différents rochers qui composent les carrières de grès; cela vient de ce que ces rochers portent souvent sur des bases moins solides que celles des marbres ou des pierres calcinables, qui portent ordinairement sur des glaises, au lieu que les grès ne sont le plus souvent appuyés que sur du sable extrêmement fin : aussi y a-t-il beaucoup d'endroits où l'on ne trouve pas les grès en grande masse; et dans la plupart des carrières où l'on tire le bon grès, on peut remarquer qu'il est en cubes et en parallélipipèdes posés les uns sur les autres d'une manière assez irrégulière, comme dans les collines de Fontainebleau, qui de loin paraissent être des ruines de bâtiments. Cette disposition irrégulière vient de ce que la base de ces collines est de sable, et que les masses de grès se sont éboulées, renversées et affaissées les unes sur les autres, surtout dans les endroits où on a travaillé autrefois pour tirer du grès, ce qui a formé un grand nombre de fentes et d'intervalles entre les blocs; et, si on y veut faire attention, on remarquera dans tous les pays de sable et de grès, qu'il y a des morceaux de rochers et de grosses pierres dans le milieu des vallons et des plaines en très-grande quantité, au lieu que, dans les pays de marbre et de pierre dure, ces morceaux dispersés et qui ont roulé du dessus des collines et du haut des montagnes, sont fort rares; ce qui ne vient que de la différente solidité de la base sur laquelle portent ces pierres, et de l'étendue des bancs de marbre et des pierres calcinables, qui est plus considérable que celle des grès.

ADDITIONS

A L'ARTICLE QUI A POUR TITRE,

DES CAVERNES.

—

Sur les cavernes formées par le feu primitif.

Je n'ai parlé, dans ma Théorie de la terre, que de deux sortes de cavernes, les unes produites par le feu des volcans, et les autres par le mouvement des eaux souterraines : ces deux espèces de cavernes ne sont pas situées à de grandes profondeurs; elles sont même nouvelles, en comparaison des autres cavernes bien plus vastes et bien plus anciennes, qui ont dû se former dans le temps de la consolidation du globe; car c'est dès lors que se sont faites les éminences et les profondeurs de sa superficie, et toutes les boursouflures et cavités de son intérieur, surtout dans les parties voisines de la surface. Plusieurs de ces cavernes produites par le feu primitif, après s'être soutenues pendant quelque temps, se sont ensuite fendues par le refroidissement successif, qui diminue le volume de toute matière; bientôt elles se seront écroulées, et, par leur affaissement elles ont formé les bassins actuels de la mer, où les eaux, qui étaient autrefois très-élevées au-dessus de ce niveau, se sont écoulées et ont abandonné les terres qu'elles couvraient dans le commencement : il est plus que probable qu'il subsiste encore aujourd'hui dans l'intérieur du globe un certain nombre de ces anciennes cavernes, dont l'affaissement pourra produire de semblables effets, en abaissant quelques espaces du globe, qui deviendront dès lors de nouveaux réceptacles pour les eaux; et, dans ce cas, elles abandonneront en partie le bassin qu'elles occupent aujourd'hui, pour couler par leur pente naturelle dans ces endroits plus bas. Par exemple, on trouve des bancs de coquilles marines sur les Pyrénées, jusqu'à quinze cents toises de hauteur au-dessus du niveau de la mer actuel. Il est donc bien certain que les eaux, dans le temps de la formation de ces coquilles, étaient de quinze cents toises plus élevées qu'elles ne le sont aujourd'hui; mais, lorsqu'au bout d'un temps, les cavernes qui soutenaient les terres de l'espace où gît actuellement l'océan Atlantique se sont affaissées, les eaux, qui couvraient les Pyrénées et l'Europe entière, auront coulé avec

rapidité pour remplir ces bassins, et auront par conséquent laissé à découvert toutes les terres de cette partie du monde. La même chose doit s'entendre de tous les autres pays; il parait qu'il n'y a que les sommets des plus hautes montagnes auxquels les eaux de la mer n'aient jamais atteint, parce qu'ils ne présentent aucun débris des productions marines, et ne donnent pas des indices aussi évidents du séjour des mers : néanmoins, comme quelques-unes des matières dont ils sont composés, quoique toutes du genre vitrescible, semblent n'avoir pris leur solidité, leur consistance et leur dureté, que par l'intermède et le gluten de l'eau, et qu'elles paraissent s'être formées, comme nous l'avons dit, dans les masses de sable ou de poussière de verre, qui étaient autrefois aussi élevées que ces pics de montagnes, et que les eaux des pluies ont, par succession de temps, entraînées à leur pied, on ne doit pas prononcer affirmativement que les eaux de la mer ne se soient jamais trouvées qu'au niveau où l'on trouve des coquilles; elles ont pu être encore plus élevées, même avant le temps où leur température a permis aux coquilles d'exister. La plus grande hauteur à laquelle s'est trouvée la mer universelle ne nous est pas connue; mais c'est en savoir assez que de pouvoir assurer que les eaux étaient élevées de quinze cents ou deux mille toises au-dessus de leur niveau actuel, puisque les coquilles se trouvent à quinze cents toises dans les Pyrénées, et à deux mille toises dans les Cordilières.

Si tous les pics des montagnes étaient formés de verre solide, ou d'autres matières produites immédiatement par le feu, il ne serait pas nécessaire de recourir à l'autre cause, c'est-à-dire au séjour des eaux, pour concevoir comment elles ont pris leur consistance; mais la plupart de ces pics ou pointes de montagnes paraissent être composés de matières qui, quoique vitrescibles, ont pris leur solidité et acquis leur nature par l'intermède de l'eau. On ne peut donc guère décider si le feu primitif seul a produit leur consistance actuelle, ou si l'intermède et le gluten de l'eau de la mer n'ont pas été nécessaires pour achever l'ouvrage du feu, et donner à ces masses vitrescibles la nature qu'elles nous présentent aujourd'hui. Au reste, cela n'empêche pas que le feu primitif, qui d'abord a produit les plus grandes inégalités sur la surface du globe, n'ait eu la plus grande part à l'établissement des chaînes de montagnes qui en traversent la surface, et que les noyaux de ces grandes montagnes ne soient tous des produits de l'action du feu, tandis que les contours de ces mêmes montagnes n'ont été disposés et travaillés par les eaux que dans des temps subséquents; en sorte que c'est sur ces mêmes contours, et à de certaines hauteurs, que l'on trouve des dépôts de coquilles et d'autres productions de la mer.

Si l'on veut se former une idée nette des plus anciennes cavernes, c'est-à-dire de celles qui ont été formées par le feu primitif, il faut se représenter le globe terrestre dépouillé de toutes ses eaux, et de toutes les matières qui en recouvrent la surface jusqu'à la profondeur de mille ou douze cents pieds. En séparant par la pensée cette couche extérieure de terre et d'eau, le globe nous présentera la forme qu'il avait à peu près dans les premiers temps de sa consolidation. La roche vitrescible, ou, si l'on veut, le verre fondu, en compose la masse entière; et cette matière, en se consolidant et se refroidissant, a formé, comme toutes les autres matières fondues, des éminences, des profondeurs, des cavités, des boursouflures dans toute l'étendue de la surface du globe. Ces cavités intérieures formées par le feu sont les cavernes primitives, et se trouvent en bien plus grand nombre vers les contrées du midi que dans celles du nord, parce que le mouvement de rotation qui a élevé ces parties de l'équateur avant la consolidation, y a produit un plus grand déplacement de la matière, et, en retardant cette même consolidation, aura concouru avec l'action du feu, pour produire un plus grand nombre de boursouflures et d'inégalités dans cette partie du globe que dans toute autre. Les eaux venant des pôles n'ont pu gagner ces contrées méridionales, encore brûlantes, que quand elles ont été refroidies; les cavernes qui les soutenaient s'étant successivement écroulées, la surface s'est abaissée et rompue en mille et mille endroits. Les plus grandes inégalités du globe se trouvent par cette raison dans les climats méridionaux : les cavernes primitives y sont encore en plus grand nombre que partout ailleurs; elles y sont aussi situées plus profondément, c'est-à-dire peut-être jusqu'à cinq et six lieues de profondeur, parce que la matière du globe a été remuée jusqu'à cette profondeur par le mouvement de rotation dans le temps de sa liquéfaction. Mais les cavernes qui se trouvent dans

les hautes montagnes ne doivent pas toutes leur origine à cette même cause du feu primitif : celles qui gisent le plus profondément au-dessous de ces montagnes sont les seules qu'on puisse attribuer à l'action de ce premier feu ; les autres, plus extérieures et plus élevées dans la montagne, ont été formées par des causes secondaires, comme nous l'avons exposé. Le globe, dépouillé des eaux et des matières qu'elles ont transportées, offre donc à sa surface un sphéroïde bien plus irrégulier qu'il ne nous paraît l'être avec cette enveloppe. Les grandes chaînes de montagnes, leurs pics, leurs cornes, ne nous présentent peut-être pas aujourd'hui la moitié de leur hauteur réelle ; toutes sont attachées par leur base à la roche vitrescible qui fait le fond du globe, et sont de la même nature. Ainsi, l'on doit compter trois espèces de cavernes produites par la nature ; les premières, en vertu de la puissance du feu primitif ; les secondes, par l'action des eaux ; et les troisièmes, par la force des feux souterrains : et chacune de ces cavernes, différentes par leur origine, peuvent être distinguées et reconnues à l'inspection des matières qu'elles contiennent ou qui les environnent.

PREUVES
DE LA
THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE XVIII.

DE L'EFFET DES PLUIES, DES MARÉCAGES, DES BOIS SOUTERRAINS, DES EAUX SOUTERRAINES.

Nous avons dit que les pluies et les eaux courantes qu'elles produisent détachent continuellement du sommet et de la croupe des montagnes les sables, les terres, les graviers, etc., et qu'elles les entraînent dans les plaines, d'où les rivières et les fleuves en charrient une partie dans les plaines plus basses, et souvent jusqu'à la mer : les plaines se remplissent donc successivement et s'élèvent peu à peu, et les montagnes diminuent tous les jours et s'abaissent continuellement ; et dans plusieurs endroits on s'est aperçu de cet abaissement. Joseph Blancanus rapporte sur cela des faits qui étaient de notoriété publique dans son temps, et qui prouvent que les montagnes s'étaient abaissées au point que l'on voyait des villages et des châteaux de plusieurs endroits d'où on ne pouvait pas les voir autrefois. Dans la province de Derby en Angleterre, le clocher du village Craih n'était pas visible, en 1572, depuis une certaine montagne, à cause de la hauteur d'une autre montagne interposée, laquelle s'étend en Hopton et Wirksworth, et quatre-vingts ou cent ans après on voyait ce clocher, et même une partie de l'église. Le docteur Plot donne un exemple pareil d'une montagne entre Sibbertoft et Ashby, dans la province de Northampton. Les eaux entraînent non-seulement les parties les plus légères des montagnes, comme la terre, le sable, le gravier et les petites pierres, mais elles roulent même de très-gros rochers, ce qui en diminue considérablement la hauteur. En général, plus les montagnes sont hautes, et plus leur pente est raide, plus les rochers y sont coupés à pic. Les plus hautes montagnes du pays de Galles ont des rochers extrêmement droits et fort nus ; on voit les copeaux de ces rochers (si on peut se servir de ce nom) en gros monceaux à leur pied : ce sont les gelées et les eaux qui les séparent et les entraînent. Ainsi, ce ne sont pas seulement les montagnes de sable et de terre que les pluies rabaissent, mais, comme l'on voit, elles attaquent les rochers les plus durs, et en entraînent les fragments jusque dans les vallées. Il arriva dans la vallée de Nant-phrancon, en 1685, qu'une partie d'un gros rocher qui ne portait que sur une base étroite, ayant été minée par les eaux, tomba et se rompit en plusieurs morceaux avec plus d'un millier d'autres pierres, dont la plus grosse fit, en descendant, une tranchée considérable jusque dans la plaine, où elle continua à cheminer dans une petite prairie, et traversa une petite rivière, de l'autre côté de laquelle elle s'arrêta. C'est à de pareils accidents qu'on doit attribuer l'origine de toutes les grosses pierres que l'on trouve ordinairement çà et là dans les vallées voisines des montagnes. On doit se souvenir, à l'occasion de cette observation, de ce que nous avons dit dans l'article précédent, savoir : que ces rochers et ces grosses pierres dispersés sont bien plus communs dans les pays dont les montagnes sont de sable et de grès, que dans ceux où elles sont de marbre et de glaise, parce que le sable qui sert de base au rocher est un fondement moins solide que la glaise.

Pour donner une idée de la quantité de terre que les pluies détachent des montagnes et qu'el-

les entraînent dans les vallées, nous pouvons citer un fait rapporté par le docteur Plot : il dit, dans son Histoire Naturelle de Stafford, qu'on a trouvé dans la terre, à dix-huit pieds de profondeur, un grand nombre de pièces de monnaie frappées du temps d'Édouard IV, c'est-à-dire deux cents ans auparavant, en sorte que ce terrain, qui est marécageux, s'est augmenté d'environ un pied en onze ans, ou d'un pouce et un douzième par an. On peut encore faire une observation semblable sur des arbres enterrés à dix-sept pieds de profondeur, au-dessous desquels on a trouvé des médailles de Jules César. Ainsi, les terres amenées du dessus des montagnes dans les plaines par les eaux courantes ne laissent pas d'augmenter très-considérablement l'élévation du terrain des plaines.

Ces graviers, ces sables et ces terres, que les eaux détachent des montagnes, et qu'elles entraînent dans les plaines, y forment des couches qu'il ne faut pas confondre avec les couches anciennes et originaires de la terre. On doit mettre dans la classe de ces nouvelles couches celles de tuf, de pierre molle, de gravier et de sable dont les grains sont lavés et arrondis; on doit y rapporter aussi les couches de pierre qui se sont faites par une espèce de dépôt et d'incrustation; toutes ces couches ne doivent pas leur origine au mouvement et aux sédiments des eaux de la mer. On trouve dans ces tufs et dans ces pierres molles et imparfaites une infinité de végétaux, de feuilles d'arbres, de coquilles terrestres ou fluviatiles, de petits os d'animaux terrestres, et jamais de coquilles ni d'autres productions marines : ce qui prouve évidemment, aussi bien que leur peu de solidité, que ces couches se sont formées sur la surface de la terre sèche, et qu'elles sont bien plus nouvelles que les marbres et les autres pierres qui contiennent des coquilles, et qui se sont formées autrefois dans la mer. Les tufs et toutes ces pierres nouvelles paraissent avoir de la dureté et de la solidité lorsqu'on les tire : mais, si on veut les employer, on trouve que l'air et les pluies les dissolvent bientôt : leur substance est même si différente de la vraie pierre, que lorsqu'on les réduit en petites parties et qu'on en veut faire du sable, elles se convertissent bientôt en une espèce de terre et de boue. Les stalactites et les autres concrétions pierreuses que M. de Tournefort prenait pour des marbres qui avaient végété, ne sont pas de vraies pierres, non plus que celles qui sont formées par des incrustations. Nous avons déjà fait voir que les tufs ne sont pas de l'ancienne formation, et qu'on ne doit pas les ranger dans la classe des pierres. Le tuf est une matière imparfaite, différente de la pierre et de la terre, et qui tire son origine de toutes deux par le moyen de l'eau des pluies, comme les incrustations pierreuses tirent la leur du dépôt des eaux de certaines fontaines : ainsi les couches de ces matières ne sont pas anciennes, et n'ont pas été formées, comme les autres, par le sédiment des eaux de la mer. Les couches de tourbe doivent être aussi regardées comme des couches nouvelles qui ont été produites par l'entassement successif des arbres et des autres végétaux à demi pourris, et qui ne se sont conservés que parce qu'ils se sont trouvés dans des terres bitumineuses, qui les ont empêchés de se corrompre en entier. On ne trouve dans toutes ces nouvelles couches de tuf ou de pierre molle, ou de pierre formée par des dépôts, ou de tourbes, aucune production marine; mais on y trouve au contraire beaucoup de végétaux, d'os d'animaux terrestres, de coquilles fluviatiles et terrestres, comme on peut le voir dans les prairies de la province de Northampton, auprès d'Asbby, où l'on a trouvé un grand nombre de coquilles d'escargots, avec des plantes, des herbes et plusieurs coquilles fluviatiles, bien conservées, à quelques pieds de profondeur sous terre, sans aucune coquille marine. (Voyez *Trans. Phil. Abr.* vol. IV, p. 271.) Les eaux qui coulent sur la surface de la terre ont formé toutes ces nouvelles couches en changeant souvent de lit et en se répandant de tous côtés : une partie de ces eaux pénètre à l'intérieur, et coule à travers les fentes des rochers et des pierres ; et, ce qui fait qu'on ne trouve point d'eau dans les pays élevés, non plus qu'au-dessus des collines, c'est parce que toutes les hauteurs de la terre sont ordinairement composées de pierres et de rochers, surtout vers le sommet. Il faut, pour trouver de l'eau, creuser dans la pierre et dans le rocher jusqu'à ce qu'on parvienne à la base, c'est-à-dire à la glaise ou à la terre ferme sur laquelle portent ces rochers, et on ne trouve point d'eau tant que l'épaisseur de pierre n'est pas percée jusqu'au-dessous, comme je l'ai observé dans plusieurs puits creusés dans les lieux élevés ; et, lorsque la hauteur des rochers, c'est-à-dire l'épaisseur de la pierre qu'il faut percer est fort considérable, comme dans les hautes

montagnes, où les rochers ont souvent plus de mille pieds d'élévation, il est impossible d'y faire des puits, et par conséquent d'avoir de l'eau. Il y a même de grandes étendues de terre où l'eau manque absolument, comme dans l'Arabie pétrée, qui est un désert où il ne pleut jamais, où des sables brûlants couvrent toute la surface de la terre, où il n'y a presque point de terre végétale, où le peu de plantes qui s'y trouvent languissent : les sources et les puits y sont si rares, que l'on n'en compte que cinq depuis le Caire jusqu'au mont Sinaï, encore l'eau en est-elle amère et saumâtre.

Lorsque les eaux qui sont à la surface de la terre ne peuvent trouver d'écoulement, elles forment des marais et des marécages. Les plus fameux marais de l'Europe sont ceux de Moscovie, à la source du Tanaïs; ceux de Finlande, où sont les grands marais Savolax et Enasak : il y en a aussi en Hollande, en Westphalie et dans plusieurs autres pays bas. En Asie, on a les marais de l'Euphrate, ceux de la Tartarie, le Palus-Méotide; cependant, en général, il y en a moins en Asie et en Afrique qu'en Europe : mais l'Amérique n'est, pour ainsi dire, qu'un marais continu dans toutes ses plaines; cette grande quantité de marais est une preuve de la nouveauté du pays et du petit nombre des habitants, encore plus que du peu d'industrie.

Il y a de très-grands marécages en Angleterre, dans la province de Lincoln près de la mer, qui a perdu beaucoup de terrain d'un côté et en a gagné de l'autre. On trouve dans l'ancien terrain une grande quantité d'arbres qui y sont enterrés au-dessous du nouveau terrain amené par les eaux; on en trouve de même en grande quantité en Écosse, à l'embouchure de la rivière Ness. Auprès de Bruges en Flandre, en fouillant à quarante ou cinquante pieds de profondeur, on trouve une très-grande quantité d'arbres aussi près les uns des autres que dans une forêt : les troncs, les rameaux et les feuilles sont si bien conservés, qu'on distingue aisément les différentes espèces d'arbres. Il y a cinq cents ans que cette terre, où l'on trouve des arbres, était une mer, et avant ce temps-là on n'a point de mémoire ni de tradition que jamais cette terre eût existé; cependant il est nécessaire que cela ait été ainsi dans le temps que ces arbres ont crû et végété : ainsi le terrain qui, dans les temps les plus reculés, était une terre ferme couverte de bois, a été ensuite couvert par les eaux de la mer, qui y ont amené quarante ou cinquante pieds d'épaisseur de terre, et ensuite ces eaux se sont retirées. On a de même trouvé une grande quantité d'arbres souterrains à Yonie dans la province d'Yorck, à douze milles au-dessous de la ville sur la rivière Humber; il y en a qui sont si gros, qu'on s'en sert pour bâtir; et on assure, peut-être mal à propos, que ce bois est aussi durable et d'aussi bon service que le chêne : on en coupe en petites baguettes et en longs copeaux, que l'on envoie vendre dans les villes voisines; et les gens s'en servent pour allumer leur pipe. Tous ces arbres paraissent rompus, et les troncs sont separés de leurs racines, comme des arbres que la violence d'un ouragan ou d'une inondation aurait cassés et emportés. Ce bois ressemble beaucoup au sapin; il a la même odeur lorsqu'on le brûle, et fait des charbons de la même espèce. (Voyez *Trans. phil.*, n° 228.) Dans l'île de Man, on trouve dans un marais, qui a six milles de long et trois milles de large, appelé *Curragh*, des arbres souterrains qui sont des sapins, et quoiqu'ils soient à dix-huit ou vingt pieds de profondeur, ils sont cependant fermes sur leurs racines. (Voyez *Ray's Discourses*, pag. 232.) On en trouve ordinairement dans tous les grands marais, dans les fondrières et dans la plupart des endroits marécageux, dans les provinces de Sommerset, de Chester, de Lancastre, de Stafford. Il y a de certains endroits où l'on trouve des arbres sous terre, qui ont été coupés, sciés, équarris et travaillés par les hommes : on y a même trouvé des cognées et des serpes; et, entre Birmingham et Brumley, dans la province de Lincoln, il y a des collines élevées de sable fin et léger, que les pluies et les vents emportent et transportent en laissant à sec et à découvert des racines de grands sapins, où l'impression de la cognée paraît encore aussi fraîche que si elle venait d'être faite. Ces collines se seront sans doute formées, comme les dunes, par des amas de sable que la mer a apportés et accumulés, et sur lesquels ces sapins auront pu croître; ensuite ils auront été recouverts par d'autres sables qui y auront été amenés, comme les premiers, par des inondations ou par des vents violents. On trouve aussi une grande quantité de ces arbres souterrains dans les terres marécageuses de Hollande, dans la Frise et auprès de Groningue, et c'est de là que viennent les tourbes qu'on brûle dans tout le pays.

On trouve dans la terre une infinité d'arbres grands et petits de toute espèce, comme sapins, chênes, bouleaux, hêtres, ifs, aubépins, saules, frênes. Dans les marais de Lincoln, le long de la rivière d'Ouse, et dans la province d'York en Hatfield-Chace, ces arbres sont droits et plantés comme on les voit dans une forêt. Les chênes sont fort durs, et on en emploie dans les bâtiments, où ils durent [1] fort longtemps; les frênes sont tendres et tombent en poussière, aussi bien que les saules. On en trouve qui ont été équarris, d'autres sciés, d'autres percés avec des cognées rompues et des haches dont la forme ressemble à celle des couteaux de sacrifice. On y trouve aussi des noisettes, des glands et des cônes de sapins en grande quantité. Plusieurs autres endroits marécageux de l'Angleterre et de l'Irlande sont remplis de troncs d'arbres, aussi bien que les marais de France et de Suisse, de Savoie et d'Italie. (Voy. *Trans. Ph. Abr.*, vol. IV, p. 218 et suiv.)

Dans la ville de Modène et à quatre milles aux environs, en quelque endroit qu'on fouille, lorsqu'on est parvenu à la profondeur de soixante-trois pieds, et qu'on a percé la terre à cinq pieds de profondeur de plus avec une tarière, l'eau jaillit avec une si grande force, que le puits se remplit en fort peu de temps presque jusqu'au-dessus: cette eau coule continuellement et ne diminue ni n'augmente par la pluie ou par la sécheresse. Ce qu'il y a de remarquable dans ce terrain, c'est que, lorsqu'on est parvenu à quatorze pieds de profondeur, on trouve les décombrements et les ruines d'une ancienne ville, des rues pavées, des planchers, des maisons, différentes pièces de mosaïque; après quoi, on trouve une terre assez solide et qu'on croirait n'avoir jamais été remuée: cependant au-dessous, on trouve une terre humide et mêlée de végétaux, et, à vingt-six pieds, des arbres tout entiers, comme des noisetiers avec les noisettes dessus, et une grande quantité de branches et de feuilles d'arbres; à vingt-huit pieds, on trouve une craie tendre mêlée de beaucoup de coquillages, et ce lit a onze pieds d'épaisseur, après quoi on retrouve encore des végétaux, des feuilles et des branches; et ainsi alternativement de la craie et une terre mêlée de végétaux jusqu'à la profondeur de soixante-trois pieds, à laquelle profondeur est un lit de sable mêlé de petit gravier et de coquilles semblables à celles qu'on trouve sur les côtes de la mer d'Italie. Ces lits successifs de terre marécageuse et de craie se trouvent toujours dans le même ordre, en quelque endroit qu'on fouille, et quelquefois la tarière trouve de gros troncs d'arbres qu'il faut percer; ce qui donne beaucoup de peine aux ouvriers: on y trouve aussi des os, du charbon de terre, des cailloux et des morceaux de fer. Ramazzini, qui rapporte ces faits, croit que le golfe de Venise s'étendait autrefois jusqu'à Modène et au delà, et que, par la succession des temps, les rivières, et peut-être les inondations de la mer ont formé successivement ce terrain.

Je ne m'étendrai pas davantage ici sur les variétés que présentent ces couches de nouvelle formation, il suffit d'avoir montré qu'elles n'ont pas d'autres causes que les eaux courantes et stagnantes qui sont à la superficie de la terre, et qu'elles ne sont jamais aussi dures ni aussi solides que les couches anciennes qui se sont formées sous les eaux de la mer.

ADDITIONS

A L'ARTICLE QUI A POUR TITRE:

DE L'EFFET DES PLUIES, DES MARÉCAGES, DES BOIS SOUTERRAINS, DES EAUX SOUTERRAINES.

Sur l'éboulement et le déplacement de quelques terrains.

La rupture des cavernes et l'action des feux souterrains sont les principales causes des grands éboulements de la terre, mais souvent il s'en fait aussi par de plus petites causes; la filtration des eaux, en délayant les argiles sur lesquelles portent les rochers de presque toutes les montagnes calcaires, a souvent fait pencher ces montagnes et causé des éboulements assez remarquables pour que nous devions en donner ici quelques exemples.

« En 1757, dit M. Perronet, une partie du « terrain qui se trouve situé à mi-côte, avant « d'arriver au château de Croix-Fontaine, s'en« tr'ouvrit en nombre d'endroits et s'éboula « successivement par parties; le mur de ter-

[1] Je doute beaucoup de la vérité de ce fait: tous les arbres qu'on tire de la terre, au moins tous ceux que j'ai vus, soit chênes, soit autres, perdent en se desséchant toute la solidité qu'ils paraissent avoir d'abord, et ne doivent jamais être employés dans les bâtiments.

« rasse qui retenait le pied de ces terres fut renversé, et on fut obligé de transporter plus loin le chemin qui était établi le long du mur... Ce terrain était porté sur une base de terre inclinée. » Ce savant et premier ingénieur de nos ponts et chaussées cite un autre accident de même espèce arrivé en 1733 à Pardines, près d'Issoire en Auvergne : le terrain, sur environ quatre cents toises de longueur et trois cents toises de largeur, descendit sur une prairie assez éloignée, avec les maisons, les arbres et ce qui était dessus. Il ajoute que l'on voit quelquefois des parties considérables de terrain emportées, soit par des réservoirs supérieurs d'eau, dont les digues viennent à se rompre, ou par une fonte subite de neiges. En 1757, au village de Guet, à dix lieues de Grenoble, sur la route de Briançon, tout le terrain, lequel est en pente, glissa et descendit en un instant vers le Drac, qui en est éloigné d'environ un tiers de lieue; la terre se fendit dans le village, et la partie qui a glissé se trouve de six, huit et neuf pieds plus basse qu'elle n'était : ce terrain était posé sur un rocher assez uni et incliné à l'horizon d'environ quarante degrés [1].

Je puis ajouter à ces exemples un autre fait, dont j'ai en tout le temps d'être témoin, et qui m'a même occasionné une dépense assez considérable. Le tertre isolé sur lequel sont situés la ville et le vieux château de Montbard est élevé de cent quarante pieds au-dessus de la rivière, et la côte la plus rapide est celle du nord-est : ce tertre est couronné de rochers calcaires dont les bancs pris ensemble ont cinquante-quatre pieds d'épaisseur; partout ils portent sur un massif de glaise, qui par conséquent a jusqu'à la rivière quatre-vingt-six pieds d'épaisseur. Mon jardin, environné de plusieurs terrasses, est situé sur le sommet de ce tertre. Une partie du mur, longue de vingt-cinq à vingt-six toises, de la dernière terrasse du côté du nord-est où la pente est la plus rapide, a glissé tout d'une pièce en faisant refouler le terrain inférieur; et il serait descendu jusqu'au niveau du terrain voisin de la rivière, si l'on n'eût par prévenu son mouvement progressif en le démolissant : ce mur avait sept pieds d'épaisseur, et il était fondé sur la glaise. Ce mouvement se fit très-lentement : je reconnus évidemment qu'il n'était occasionné que par le suintement des eaux; toutes celles qui tombent sur la plate-forme du sommet de ce tertre pénètrent par les fentes des rochers, jusqu'à cinquante-quatre pieds sur le massif de glaise qui leur sert de base : on en est assuré par les deux puits qui sont sur la plate-forme et qui ont en effet cinquante-quatre pieds de profondeur; ils sont pratiqués du haut en bas dans les bancs calcaires. Toutes les eaux pluviales qui tombent sur cette plate-forme et sur les terrasses adjacentes se rassemblent donc sur le massif d'argile ou glaise auquel aboutissent les fentes perpendiculaires de ces rochers; elles forment de petites sources en différents endroits qui sont encore clairement indiquées par plusieurs puits, tous abondants et creusés au-dessous de la couronne des rochers; et, dans tous les endroits où l'on tranche ce massif d'argile par des fossés, on voit l'eau suinter, et venir d'en haut : il n'est donc pas étonnant que des murs, quelque solides qu'ils soient, glissent sur le premier banc de cette argile humide, s'ils ne sont pas fondés à plusieurs pieds au-dessous, comme je l'ai fait faire en les reconstruisant. Néanmoins la même chose est encore arrivée du côté du nord-ouest de ce tertre, où la pente est plus douce et sans sources apparentes : on avait tiré de l'argile à douze ou quinze pieds de distance d'un gros mur épais de onze pieds sur trente-cinq de hauteur et douze toises de longueur; ce mur est construit de très-bons matériaux, et il subsiste depuis plus de neuf cents ans : cette tranchée où l'on tirait de l'argile, et qui ne descendait pas à plus de quatre à cinq pieds, a néanmoins fait faire un mouvement à cet énorme mur; il penche d'environ quinze pouces sur sa hauteur perpendiculaire, et je n'ai pu le retenir et prévenir sa chute que par des piliers buttants de sept à huit pieds de saillie sur autant d'épaisseur, fondés à quatorze pieds de profondeur.

De ces faits particuliers, j'ai tiré une conséquence générale dont aujourd'hui on ne fera pas autant de cas que l'on en aurait fait dans les siècles passés : c'est qu'il n'y a pas un château ou forteresse située sur des hauteurs, qu'on ne puisse aisément faire couler dans la plaine ou vallée, au moyen d'une simple tranchée de dix ou douze pieds de profondeur sur quelques toises de largeur, en pratiquant cette tranchée à une petite distance des derniers murs, et choisissant pour l'établir le côté où la pente est le

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, année 1769, pages 233 et suivantes.

plus rapide. Cette manière, dont les anciens ne se sont pas doutés, leur aurait épargné bien des béliers et d'autres machines de guerre, et aujourd'hui même on pourrait s'en servir avantageusement dans plusieurs cas : je me suis convaincu par mes yeux, lorsque ces murs ont glissé, que si la tranchée qu'on a faite pour les reconstruire n'eût pas été promptement remplie de forte maçonnerie, les murs anciens et les deux tours, qui subsistent encore en bon état depuis neuf cents ans, et dont l'une a cent vingt-cinq pieds de hauteur, auraient coulé dans le vallon avec les rochers sur lesquels ces tours et ces murs sont fondés; et, comme toutes nos collines composées de pierres calcaires portent généralement sur un fond d'argile, dont les premiers lits sont toujours plus ou moins humectés par les eaux qui filtrent dans les fentes des rochers et descendent jusqu'à ce premier lit d'argile, il me paraît certain qu'en éventant cette argile, c'est-à-dire en exposant à l'air par une tranchée ces premiers lits imbibés des eaux, la masse entière des rochers et du terrain qui porte sur ce massif d'argile coulerait en glissant sur le premier lit et descendrait jusque dans la tranchée en peu de jours, surtout dans un temps de pluie. Cette manière de démanteler une forteresse est bien plus simple que tout ce qu'on a pratiqué jusqu'ici, et l'expérience m'a démontré que le succès en est certain.

Sur la tourbe.

On peut ajouter à ce que j'ai dit sur les tourbes les faits suivants :

Dans les châtellenies et subdélégations de Bergues-Saint-Winox, Furnes et Bourbourg, on trouve de la tourbe à trois ou quatre pieds sous terre; ordinairement ces lits de tourbe ont deux pieds d'épaisseur, et sont composés de bois pourris, d'arbres même entiers, avec leurs branches et leurs feuilles dont on connaît l'espèce, et particulièrement de coudriers, qu'on reconnaît à leurs noisettes encore existantes, entremêlées de différentes espèces de roseaux faisant corps ensemble.

D'où viennent ces lits de tourbes qui s'étendent depuis Bruges partout le plat pays de la Flandre jusqu'à la rivière d'Aa, entre les dunes et les terres élevées des environs de Bergues, etc? Il faut que, dans les siècles reculés, lorsque la Flandre n'était qu'une vaste forêt, une inondation subite de la mer ait submergé tout le pays, et en se retirant ait déposé tous les arbres, bois et roseaux qu'elle avait déracinés et détruits dans cet espace de terrain, qui est le plus bas de la Flandre, et que cet événement soit arrivé vers le mois d'août ou septembre, puisqu'on trouve encore les feuilles aux arbres, ainsi que les noisettes aux coudriers. Cette inondation doit avoir été bien longtemps avant la conquête que fit Jules-César de cette province, puisque les écrits des Romains, depuis cette époque, n'en ont pas fait mention [1].

Quelquefois on trouve des végétaux dans le sein de la terre, qui sont dans un état différent de celui de la tourbe ordinaire : par exemple, au mont Ganelon, près de Compiègne, on voit, d'un côté de la montagne, les carrières de belles pierres et les huîtres fossiles dont nous avons parlé; et, de l'autre côté de la montagne, on trouve, à mi-côte, un lit de feuilles de toutes sortes d'arbres, et aussi des roseaux, des goëmons, le tout mêlé ensemble et renfermé dans la vase; lorsqu'on remue ces feuilles, on retrouve la même odeur de marécage qu'on respire sur le bord de la mer, et ces feuilles conservent cette odeur pendant plusieurs années. Au reste, elles ne sont point détruites, ou peut en reconnaître aisément les espèces : elles n'ont que de la sécheresse, et sont liées faiblement les unes aux autres par la vase [2].

« On reconnaît, dit M. Guettard, deux es-« pèces de tourbes : les unes sont composées de « plantes marines, les autres de plantes terres-« tres ou qui viennent dans les prairies. On sup-« pose que les premières ont été formées dans « le temps que la mer recouvrait la partie de la « terre qui est maintenant habitée : on veut que « les secondes se soient accumulées sur celles-« ci. On imagine, suivant ce système, que les « courants portaient dans des bas-fonds for-« més par les montagnes qui étaient élevées « dans la mer, les plantes marines qui se déta-« chaient des rochers, et qui, ayant été ballot-

[1] Mémoire pour la subdélégation de Dunkerque, relativement à l'histoire naturelle de ce canton.

[2] Lettre de M. Leschevin à M. de Buffon; Compiègne, 8 août 1772. C'est la seconde fois, et ce ne sera pas la dernière, que j'aurai occasion de citer M. Leschevin, chef des bureaux de la Maison du Roi, qui, par son goût pour l'histoire naturelle et par amitié pour moi, m'a facilité des correspondances et procuré des observations et des morceaux rares pour l'augmentation du Cabinet du Roi.

« tées par les flots, se déposaient dans des lieux « profonds.

« Cette production de tourbes n'est certaine« ment pas impossible ; la grande quantité de « plantes qui croissent dans la mer paraît bien « suffisante pour former ainsi des tourbes : les « Hollandais même prétendent que la bonté « des leurs ne vient que de ce qu'elles sont « ainsi produites, et qu'elles sont pénétrées « du bitume dont les eaux de la mer sont char« gées......

« Les tourbières de Villeroy sont placées dans « la vallée où coule la rivière d'Essone ; la par« tie de cette vallée peut s'étendre depuis Rois« sy jusqu'à Escharcon..... C'est même vers « Roissy qu'on a commencé à tirer des tour« bes.... : mais celles que l'on fouille auprès « d'Escharcon sont les meilleures....

« Les prairies où les tourbières sont ouvertes « sont assez mauvaises ; elles sont remplies de « joncs, de roseaux, de prêles et autres plantes « qui croissent dans les mauvais prés : on fouille « ces prés jusqu'à la profondeur de huit à dix « pieds.... Après la couche qui forme actuelle« ment le sol de la prairie est placé un lit de « tourbe d'environ un pied : il est rempli de « plusieurs espèces de coquilles fluviatiles et ter« restres.....

« Ce banc de tourbe qui renferme les coquil« les est continuellement terreux : ceux qui le « suivent sont à peu près de la même épaisseur, « et d'autant meilleurs qu'ils sont plus profonds; « les tourbes qu'ils fournissent sont d'un brun « noir, lardées de roseaux, de joncs, de cypé« roïdes et autres plantes qui viennent dans les « prés ; on ne voit point de coquilles dans ces « bancs....

« On a quelquefois rencontré dans la masse « des tourbes des souches de saules et de peu« pliers, et quelques racines de ces arbres ou de « quelques autres semblables. On a découvert « du côté d'Escharcon un chêne enseveli à neuf « pieds de profondeur : il était noir et presque « pourri ; il s'est consommé à l'air : un autre a « été rencontré du côté de Roissy, à la profon« deur de deux pieds, entre la terre et la tourbe. « On a encore vu près d'Escharcon des bois de « cerfs ; ils étaient enfouis jusqu'à trois ou qua« tre pieds....

« Il y a aussi des tourbes dans les environs « d'Étampes, et peut-être aussi abondamment « qu'auprès de Villeroy : ces tourbes ne sont « point mousseuses, ou le sont très-peu ; leur « couleur est d'un beau noir, elles ont de la pe« santeur, elles brûlent bien au feu ordinaire, « et il n'y a guère lieu de douter qu'on n'en pût « faire de très-bon charbon.....

« Les tourbières des environs d'Étampes ne « sont, pour ainsi dire, qu'une continuité de « celles de Villeroy ; en un mot, toutes les « prairies qui sont renfermées entre les gorges « où la rivière d'Étampes coule sont probable« ment remplies de tourbe. On en doit, à ce « que je crois, dire autant de celles qui sont « arrosées par la rivière d'Essone ; celles de ces « prairies que j'ai parcourues m'ont fait voir « les mêmes plantes que celles d'Étampes et de « Villeroy [1]. »

Au reste, selon l'auteur, il y a en France encore nombre d'endroits où l'on pourrait tirer de la tourbe, comme à Bourneuille, à Croué auprès de Beauvais, à Bruneval aux environs de Péronne, dans le diocèse de Troyes en Champagne, etc. ; et cette matière combustible serait d'un grand secours, si l'on en faisait usage dans les endroits qui manquent de bois.

Il y a aussi des tourbes près Vitry-le-Français, dans des marais le long de la Marne : ces tourbes sont bonnes et contiennent une grande quantité de cupules de gland. Le marais de Saint-Gon aux environs de Châlons n'est aussi qu'une tourbière considérable, que l'on sera obligé d'exploiter dans la suite, par la disette de bois [2].

Sur les bois souterrains pétrifiés et charbonnifiés.

« Dans les terres du duc de Saxe-Cobourg, « qui sont sur les frontières de la Franconie et « de la Saxe, à quelques lieues de la ville de « Cobourg même, on a trouvé, à une petite « profondeur, des arbres entiers pétrifiés à un « tel point de perfection, qu'en les travaillant « on trouve que cela fait une pierre aussi belle et « aussi dure que l'agate. Les princes de Saxe « en ont donné quelques morceaux à M. Schœp« flin, qui en a envoyé deux à M. de Buffon, « pour le Cabinet du Roi : on a fait de ces « bois pétrifiés des vases et autres beaux ou« vrages [3]. »

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1761, page 380 jusqu'à 397.

[2] Note communiquée à M. de Buffon par M. de Grignon, le 6 août 1777.

[3] Lettre de M. Schœpflin ; Strasbourg, 24 septembre 1746.

On trouve aussi du bois qui n'a point changé de nature, à d'assez grandes profondeurs dans la terre. M. Duverny, officier d'artillerie m'en a envoyé des échantillons, avec le détail suivant : « La ville de La Fère, où je suis actuel« lement en garnison, fait travailler, depuis le « 15 du mois d'août de cette année 1753, à « chercher de l'eau par le moyen de la tarière : « lorsqu'on fut parvenu à trente-neuf pieds au« dessous du sol, on trouva un lit de marne, « que l'on a continué de percer jusqu'à cent « vingt-un pieds : ainsi, à cent soixante pieds « de profondeur, on a trouvé, deux fois consé« cutives, la tarière remplie d'une marne mêlée « d'une très-grande quantité de fragments de « bois, que tout le monde a reconnu pour être « du chêne. Je vous en envoie deux échantil« lons. Les jours suivants, on a trouvé toujours « la même marne, mais moins mêlée de bois, « et on en a trouvé jusqu'à la profondeur de « deux cent dix pieds, où l'on a cessé le tra« vail [1].

« On trouve, dit M. Justi, des morceaux de « bois pétrifié d'une prodigieuse grandeur dans « le pays de *Cobourg*, qui appartient à une « branche de la maison de Saxe ; et, dans les « montagnes de Misnie, on a tiré de la terre des « arbres entiers, qui étaient entièrement chan« gés en une très-belle agate. Le Cabinet impé« rial de Vienne renferme un grand nombre de « pétrifications en ce genre. Un morceau des« tiné pour ce même Cabinet était d'une circon« férence qui égalait celle d'un gros billot de « boucherie. La partie qui avait été bois était « changée dans une très-belle agate d'un gris « noir ; et, au lieu de l'écorce, on voyait régner « tout autour du tronc une bande d'une très« belle agate blanche.....

« L'empereur aujourd'hui régnant..., a sou« haité qu'on découvrît quelque moyen pour « fixer l'âge des pétrifications... Il donna ordre « à son ambassadeur à Constantinople de de« mander la permission de faire retirer du Da« nube un des piliers du pont de *Trajan*, qui « est à quelques milles au-dessous de Belgrade. « Cette permission ayant été accordée, on retira « un de ces piliers, que l'on présumait devoir « être pétrifié par les eaux du Danube ; mais on « reconnut que la pétrification était très-peu « avancée pour un espace de temps si considé« rable. Quoiqu'il se fût passé plus de seize siè« cles depuis que le pilier en question était dans « le Danube, elle n'y avait pénétré tout au plus « qu'à l'épaisseur de trois quarts de pouce, et « même à quelque chose de moins : le reste du « bois, peu différent de l'ordinaire, ne commen« çait qu'à se calciner.

« Si de ce fait seul on pouvait tirer une juste « conséquence pour toutes les autres pétrifica« tions, on en conclurait que la nature a eu be« soin peut-être de cinquante mille ans pour « changer en pierres des arbres de la grosseur « de ceux qu'on a trouvés pétrifiés en différents « endroits ; mais il peut fort bien arriver qu'en « d'autres lieux le concours de plusieurs causes « opère la pétrification plus promptement.....

« On a vu à Vienne une bûche pétrifiée, qui « était venue des montagnes Carpathes, en « Hongrie, sur laquelle paraissaient distincte« ment les hachures qui y avaient été faites « avant sa pétrification ; et ces mêmes hachures « étaient si peu altérées par le changement ar« rivé au bois, qu'on y remarquait qu'elles « avaient été faites avec un tranchant qui avait « une petite brèche.....

« Au reste, il paraît que le bois pétrifié est « beaucoup moins rare dans la nature qu'on ne « le pense communément, et qu'en bien des en« droits, il ne manque, pour le découvrir, que « l'œil d'un naturaliste curieux. J'ai vu auprès « de Mansfeld une grande quantité de bois de « chêne pétrifié, dans un endroit où beaucoup « de gens passent tous les jours sans apercevoir « ce phénomène. Il y avait des bûches entière« ment pétrifiées, dans lesquelles on reconnais« sait très-distinctement les anneaux formés « par la croissance annuelle du bois, l'écorce, « l'endroit de la coupe, et toutes les marques « du bois de chêne [2]. »

M. Clozier, qui a trouvé différentes pièces de bois pétrifié sur les collines, aux environs d'Étampes, et particulièrement sur celle de *Saint-Symphorien*, a jugé que ces différents morceaux de bois pouvaient provenir de quelques souches pétrifiées qui étaient dans ces montagnes : en conséquence, il a fait faire des fouilles sur la montagne de Saint-Symphorien, dans un endroit qu'on lui avait indiqué ; et, après avoir creusé la terre de plusieurs pieds, il vit d'abord une racine de bois pétrifiée, qui le con-

[1] Lettre de M. Bresse du Verny : La Fère, 14 novembre 1753.

[2] Journal étranger, mois d'octobre 1756, p. 160 et suiv.

duisit à la souche d'un arbre de même nature.

Cette racine, depuis son commencement jusqu'au tronc où elle était attachée, avait au moins, dit-il, cinq pieds de longueur; il y en avait cinq autres qui y tenaient aussi, mais moins longues...

Les moyennes et petites racines n'ont pas été bien pétrifiées, ou du moins leur pétrification était si friable qu'elles sont restées dans le sable où était la souche, en une espèce de poussière ou de cendre. Il y a lieu de croire que, lorsque la pétrification s'est communiquée à ces racines, elles étaient presque pourries, et que les parties ligneuses qui les composaient, étant trop désunies par la pourriture, n'ont pu acquérir la solidité requise pour une vraie pétrification...

La souche porte, dans son plus gros, près de six pieds de circonférence; à l'égard de sa hauteur, elle porte, dans sa partie la plus élevée, trois pieds huit à dix pouces; son poids est au moins de cinq à six cents livres. La souche, ainsi que les racines, ont conservé toutes les apparences du bois, comme écorce, aubier, bois dur, pourriture, trous de petits et gros vers, excréments de ces mêmes vers; toutes ces différentes parties pétrifiées, mais d'une pétrification moins dure et moins solide que le corps ligneux, qui était bien sain lorsqu'il a été saisi par les parties pétrifiantes. Ce corps ligneux est changé en un vrai caillou de différentes couleurs, rendant beaucoup de feu étant frappé avec le fer trempé, et sentant, après qu'il a été frappé ou frotté, une très-forte odeur de soufre.....

Ce tronc d'arbre pétrifié était couché presque horizontalement..... Il était couvert de plus de quatre pieds de terre, et la grande racine était en dessus et n'était enfoncée que de deux pieds dans la terre [1].

M. l'abbé Mazéas, qui a découvert à un demi-mille de Rome, au delà de la porte du Peuple, une carrière de bois pétrifié, s'exprime dans les termes suivants :

« Cette carrière de bois pétrifié, dit-il, forme « une suite de collines en face de *Monte-Mario*, « située de l'autre côté du Tibre..... Parmi ces « morceaux de bois entassés les uns sur les au« tres d'une manière irrégulière, les uns sont « simplement sous la forme d'une terre durcie, « et ce sont ceux qui se trouvent dans un ter« rain léger, sec, et qui ne paraît nullement « propre à la nourriture des végétaux : les au« tres sont pétrifiés et ont la couleur, le brillant « et la dureté de l'espèce de résine cuite, con« nue dans nos boutiques sous le nom de *colo« phane*; ces bois pétrifiés se trouvent dans un « terrain de même espèce que le précédent, mais « plus *humide*; les uns et les autres sont parfai« tement bien conservés : tous se réduisent par « la calcination en une véritable terre, aucun « ne donnant de l'alun, soit en les traitant au « feu, soit en les combinant avec l'acide vitrio« lique [1]. »

M. Dumonchau, docteur en médecine et très-habile physicien à Douai, a bien voulu m'envoyer, pour le Cabinet du Roi, un morceau d'un arbre pétrifié, avec le détail historique suivant.

« La pièce de bois pétrifié que j'ai l'honneur « de vous envoyer, a été cassée à un tronc d'ar« bre trouvé à plus de cent cinquante pieds de « profondeur en terre... En creusant, l'année « dernière (1754), un puits pour sonder du char« bon, à Notre-Dame-au-Bois, village situé « entre Condé, Saint-Amand, Mortagne et Va« lenciennes, on a trouvé à environ six cents « toises de l'Escaut, après avoir passé trois ni« veaux d'eau, d'abord sept pieds de rochers « ou de pierre dure que les charbonniers nom« ment en leur langage *tourtia*; ensuite, étant « parvenu à une terre marécageuse, on a ren« contré, comme je viens de le dire, à cent « cinquante pieds de profondeur, un tronc d'ar« bre de deux pieds de diamètre, qui traversait « le puits que l'on creusait, ce qui fit qu'on ne « put pas en mesurer la longueur; il était ap« puyé sur un gros grès; et bien des curieux « voulant avoir de ce bois, on en détacha plu« sieurs morceaux du tronc. La petite pièce que « j'ai l'honneur de vous envoyer, fut coupée « d'un morceau qu'on donna à M. Laurent, sa« vant mécanicien...

« Ce bois paraît plutôt carbonnifié que pé« trifié. Comment un arbre se trouve-t-il si « avant dans la terre? est-ce que le terrain où « on l'a trouvé a été jadis aussi bas? Si cela « est, comment ce terrain aurait-il pu augmen« ter ainsi de cent cinquante pieds? d'où serait « venue toute cette terre?

[1] Mémoires des savants étrangers, tome II, page 598 jusqu'à 604.

[1] Mémoires des savants étrangers, tome V, page 388.

« Les sept pieds de *tourtia* que M. Laurent « a observés, se trouvant répandus de même « dans tous les autres puits à charbon, de dix « lieues à la ronde, sont donc une production « postérieure à ce grand amas supposé de terre.

« Je vous laisse, monsieur, la chose à déci- « der; vous vous êtes assez familiarisé avec la « nature pour en comprendre les mystères les « plus cachés : ainsi, je ne doute pas que vous « n'expliquiez ceci aisément[1]. »

M. Fougeroux de Bondaroy, de l'Académie royale des Sciences, rapporte plusieurs faits sur les bois pétrifiés, dans un mémoire qui mérite des éloges, et dont voici l'extrait :

« Toutes les pierres fibreuses, et qui ont « quelque ressemblance avec le bois, ne sont « pas du bois pétrifié; mais il y en beaucoup « d'autres qu'on aurait tort de ne pas regarder « comme telles, surtout si l'on y remarque l'or- « ganisation propre aux végétaux...

« On ne manque pas d'observations qui prou- « vent que le bois peut se convertir en pierre, « au moins aussi aisément que plusieurs autres « substances qui éprouvent incontestablement « cette transmutation; mais il n'est pas aisé « d'expliquer comment elle se fait : j'espère « qu'on me permettra de hasarder sur cela quel- « ques conjectures que je tâcherai d'appuyer « sur des observations.

« On trouve des bois qui, étant, pour ainsi « dire, à demi pétrifiés, s'éloignent peu de la « pesanteur du bois; ils se divisent aisément « par feuillets ou même par filaments, comme « certains bois pourris : d'autres, plus pétrifiés, « ont le poids, la dureté et l'opacité de la pierre « de taille; d'autres, dont la pétrification est « encore plus parfaite, prennent le même poli « que le marbre, pendant que d'autres acquiè- « rent celui des belles agates orientales. J'ai un « très-beau morceau qui a été envoyé de la « Martinique à M. du Hamel, qui est changé « en une très-belle sardoine. Enfin on en trouve « de convertis en ardoise. Dans ces morceaux, « on en trouve qui ont tellement conservé l'or- « ganisation des bois, qu'on y découvre avec « la loupe tout ce qu'on pourrait voir dans un « morceau de bois non pétrifié.

« Nous en avons trouvé qui sont encroûtés « par une mine de fer sableuse; et d'autres sont « pénétrés d'une substance qui, étant plus char- « gée de soufre et de vitriol, les rapproche de « l'état des pyrites : quelques-uns sont, pour « ainsi dire, lardés par une mine de fer très- « pure; d'autres sont traversés par des veines « d'agate très-noires.

« On trouve des morceaux de bois dont une « partie est convertie en pierre et l'autre en « agate; la partie qui n'est convertie qu'en « pierre est tendre, tandis que l'autre a la du- « reté des pierres précieuses.

« Mais, comment certains morceaux, quoi- « que couverts en agate très-dure, conservent- « ils des caractères d'organisation très-sensi- « bles, les cercles concentriques, les insertions, « l'extrémité des tuyaux destinés à porter la « sève, la distinction de l'écorce, de l'aubier et « du bois? Si l'on imagine que la substance vé- « gétale fut entièrement détruite, ils ne de- « vraient représenter qu'une agate sans les ca- « ractères d'organisation dont nous parlons; si, « pour conserver cette apparence d'organisation, « on voulait que le bois subsistât, et qu'il n'y « eût que les pores qui fussent remplis par le « suc pétrifiant, il semble que l'on pourrait ex- « traire de l'agate les parties végétales : cepen- « dant je n'ai pu y parvenir en aucune manière. « Je pense donc que les morceaux dont il s'agit « ne contiennent aucune partie qui ait conservé « la nature du bois; et, pour rendre sensible « mon idée, je prie qu'on se rappelle que si on « distille à la cornue un morceau de bois, le « charbon qui restera après la distillation ne « pèsera pas un sixième du poids du morceau « de bois : si on brûle le charbon, on n'en ob- « tiendra qu'une très-petite quantité de cendre, « qui diminuera encore quand on en aura retiré « les sels lixiviels.

« Cette petite quantité de cendre étant la par- « tie vraiment fixe, l'analyse chimique dont je « viens de tracer l'idée prouve assez bien que « les parties fixes d'un morceau de bois sont « réellement très-peu de chose, et que la plus « grande portion de matière qui constitue un « morceau de bois est destructible, et peut « être enlevée peu à peu par l'eau, à mesure « que le bois se pourrit.....

« Maintenant, si l'on conçoit que la plus « grande partie du bois est détruite, que le « squelette ligneux qui reste est formé par une « terre légère et perméable au suc pétrifiant, « sa conversion en pierre, en agate, en sar-

[1] Lettre de M. Dumonchau à M. de Buffon; Douai, 20 janvier 1765.

« doine ne sera pas plus difficile à concevoir « que celle d'une terre bolaire, crétacée, ou de « toute autre nature : toute la différence con- « sistera en ce que cette terre végétale ayant « conservé une apparence d'organisation, le suc « pétrifiant se moulera dans ses pores, s'intro- « duira dans ses molécules terreuses, en con- « servant néanmoins le même caractère.[1] ..... »

Voici encore quelques faits et quelques observations qu'on doit ajouter aux précédentes. En août 1773, à Montigny-sur-Braine, bailliage de Châlons, vicomté d'Auxonne, en creusant le puits de la cure, on a trouvé, à trente-trois pieds de profondeur, un arbre couché sur son flanc, dont on n'a pu découvrir l'espèce. Les terres supérieures ne paraissent pas avoir été touchées de main d'homme, autant que les lits semblent être intacts : car on trouve au-dessous du terrain un lit de terre glaise de huit pieds, ensuite un lit de sable de dix pieds; après cela un lit de terre grasse d'environ six à sept pieds, ensuite un autre lit de terre grasse pierreuse de quatre à cinq pieds, ensuite un lit de sable noir de trois pieds : enfin l'arbre était dans la terre grasse. La rivière de Braine est au levant de cet endroit, et n'en est éloignée que d'une portée de fusil; elle coule dans une prairie de quatre-vingts pieds plus basse que l'emplacement de la cure[2].

M. de Grignon m'a informé que, sur les bords de la Marne près Saint-Dizier, l'on trouve un lit de bois pyriteux, dont on reconnaît l'organisation. Ce lit de bois est situé sous un banc de grès qui est recouvert d'une couche de pyrites en gâteaux, surmontée d'un banc de pierre calcaire, et le lit de bois pyriteux porte sur une glaise noirâtre.

Il a aussi trouvé, dans les fouilles qu'il a faites pour la découverte de la ville souterraine de Châtelet, des instruments de fer qui avaient eu des manches de bois; et il a observé que ce bois était devenu une véritable mine de fer du genre des hématites. L'organisation du bois n'était pas détruite; mais il était cassant et d'un tissu aussi serré que celui de l'hématite dans toute son épaisseur. Ces instruments de fer à manche de bois avaient été enfouis dans la terre pendant seize ou dix-sept cents ans; et la conversion du bois en hématite s'est faite par la décomposition du fer, qui peu à peu a rempli tous les pores du bois.

Sur les ossements que l'on trouve quelquefois dans l'intérieur de la terre.

« Dans la paroisse du Haux, pays d'entre « deux mers, à demi-lieue du port de Langoi- « ran, une pointe de rocher haute de onze pieds « se détacha d'un coteau qui avait auparavant « trente pieds de hauteur; et, par sa chute, elle « répandit dans le vallon une grande quantité « d'ossements ou de fragments d'ossements d'a- « nimaux, quelques-uns pétrifiés. Il est indu- « bitable qu'ils en sont; mais il est très-difficile « de déterminer à quels animaux ils appartien- « nent : le plus grand nombre sont des dents, « quelques-unes peut-être de bœuf ou de che- « val, mais la plupart trop grandes ou trop « grosses pour en être, sans compter la diffé- « rence de figure; il y a des os de cuisses ou « de jambes, et même un fragment de bois de « cerf ou d'élan : le tout était enveloppé de terre « commune, et enfermé entre deux lits de ro- « che. Il faut nécessairement concevoir que des « cadavres d'animaux ayant été jetés dans une « roche creuse, et leurs chairs s'étant pourries, « il s'est formé par-dessus cet amas une roche « de onze pieds de haut, ce qui a demandé une « longue suite de siècles...

« MM. de l'Académie de Bordeaux, qui ont « examiné toute cette matière en habiles phy- « siciens..., ont trouvé qu'un grand nombre de « fragments mis à un feu très-vif sont devenus « d'un beau bleu de turquoise; que quelques « petites parties en ont pris la consistance, et « que, taillées par le lapidaire, elles en ont le « poli.... Il ne faut pas oublier que des os qui « appartenaient visiblement à différents ani- « maux, ont également bien réussi à devenir « turquoises[1]. »

« Le 28 janvier 1760 on trouva auprès de « la ville d'Aix en Provence, dit M. Guettard, « à cent soixante toises au-dessus des bains des « eaux minérales, des ossements renfermés « dans un rocher de pierre grise à sa superficie: « cette pierre ne formait point de lits et n'était « point feuilletée, c'était une masse continue « et entière...

« Après avoir, par le moyen de la poudre, « pénétré à cinq pieds de profondeur dans l'in-

[1] Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1759, page 431 et suivantes.

[2] Lettre de madame la comtesse de Clermont-Montoison à M. de Buffon.

[1] Histoire de l'Académie des Sciences, année 1719, pag. 24.

« térieur de cette pierre, on y trouva une grande « quantité d'ossements humains de toutes les « parties du corps, savoir, des mâchoires et « leurs dents, des os du bras, de la cuisse, des « jambes, des côtes, des rotules, et plusieurs « autres mêlés confusément et dans le plus « grand désordre. Les crânes entiers ou divisés « en petites parties semblent y dominer.

« Outre ces ossements humains, on en a ren« contré plusieurs autres par morceaux, qu'on « ne peut attribuer à l'homme : ils sont dans « certains endroits ramassés par pelotons; ils « sont épars dans d'autres....

« Lorsqu'on a creusé jusqu'à la profondeur « de quatre pieds et demi, on a rencontré six « têtes humaines dans une situation inclinée. De « cinq de ces têtes on a conservé l'occiput avec « ses adhérences, à l'exception des os de la face : « cet occiput était en partie incrusté dans la « pierre; son intérieur en était rempli, et cette « pierre en avait pris la forme. La sixième tête « est dans son entier du côté de la face, qui n'a « reçu aucune altération; elle est large à pro« portion de sa longueur : on y distingue la « forme des joues charnues; les yeux sont fer« més, assez longs, mais étroits; le front est « un peu large, le nez fort aplati, mais bien « formé; la ligne du milieu un peu marquée; « la bouche, bien faite, est fermée, ayant la « lèvre supérieure un peu forte relativement à « l'inférieure; le menton est bien proportionné, « et les muscles du total sont très-articulés. La « couleur de cette tête est rougeâtre, et res« sembe assez bien aux têtes de tritons imagi« nées par les peintres : sa substance est sem« blable à celle de la pierre où elle a été trou« vée; elle n'est, à proprement parler, que le « masque de la tête naturelle.... »

La relation ci-dessus a été envoyée par M. le baron de Gaillard-Longjumeau à madame de Bois-Jourdain, qui l'a ensuite fait parvenir à M. Guettard avec quelques morceaux des ossements en question. On peut douter avec raison que ces prétendues têtes humaines soient réellement des têtes d'hommes : « car tout ce « qu'on voit dans cette carrière, dit M. de « Longjumeau, annonce qu'elle s'est formée « de débris de corps qui ont été brisés, et « qui ont dû être ballottés et roulés dans les « flots de la mer dans le temps que ces os se « sont amoncelés. Ces amas ne se faisant qu'à « la longue, et n'étant surtout recouverts de « matière pierreuse que successivement, on « ne conçoit pas aisément comment il pourrait « s'être formé un masque sur la face de ces « têtes, les chairs n'étant pas longtemps à se « corrompre, lors surtout que les corps sont « ensevelis sous les eaux. On peut donc très« raisonnablement croire que ces prétendues « têtes humaines n'en sont réellement point...: « Il y a même tout lieu de penser que les os « qu'on croit appartenir à l'homme sont ceux « des squelettes de poissons dont on a trouvé « les dents, dont quelques-unes étaient encla« vées dans les mêmes quartiers de pierre qui « renfermaient les os qu'on dit être humains.

« Il paraît que les amas d'os des environs « d'Aix sont semblables à ceux que M. Borda a « fait connaître depuis quelques années, et qu'il « a trouvés près de Dax en Gascogne. Les « dents qu'on a découvertes à Aix paraissent, « par la description qu'on en donne, être sem« blables à celles qui ont été trouvées à Dax, et « dont une mâchoire inférieure était encore « garnie : on ne peut douter que cette mâchoire « ne soit celle d'un gros poisson..... Je pense « donc que les os de la carrière d'Aix sont sem« blables à ceux qui ont été découverts à Dax...; « que ces ossements, quels qu'ils soient, doi« vent être rapportés à des squelettes de pois« sons plutôt qu'à des squelettes humains.....

« Une des têtes en question avait environ sept « pouces et demi de longueur, sur trois de lar« geur et quelques lignes de plus; sa forme est « celle d'un globe allongé, aplati à sa base, plus « gros à l'extrémité postérieure qu'à l'extrémité « antérieure, divisé suivant sa largeur, et de « haut en bas, par sept ou huit bandes larges « depuis sept jusqu'à douze lignes : chaque bande « est elle-même divisée en deux parties égales « par un léger sillon; elles s'étendent depuis la « base jusqu'au sommet : dans cet endroit celles « d'un côté sont séparées de celles du côté op« posé par un autre sillon plus profond, et qui « s'élargit insensiblement depuis la partie an« térieure jusqu'à la partie postérieure.

« A cette description, on ne peut reconnaître « le noyau d'une tête humaine : les os de la tête « de l'homme ne sont pas divisés en bandes « comme l'est le corps dont il s'agit; une tête « humaine est composée de quatre os princi« paux, dont on ne trouve pas la forme dans « le noyau dont on a donné la description : elle « n'a pas intérieurement une crête qui s'étende

« longitudinalement depuis sa partie antérieure « jusqu'à sa partie postérieure, qui la divise en « deux parties égales, et qui ait pu former le sil- « lon sur la partie supérieure du noyau pierreux.

« Ces considérations me font penser que ce « corps est plutôt celui d'un nautile que celui « d'une tête humaine. En effet, il y a des nau- « tiles qui sont séparés en bandes ou boucliers « comme ce noyau : ils ont un canal ou siphon « qui règne dans la longueur de leur courbure, « qui les sépare en deux, et qui en aura formé « le sillon pierreux, etc. [1]. »

Je suis très-persuadé, ainsi que M. le baron de Longjumeau, que ces prétendues têtes n'ont jamais appartenu à des hommes, mais à des animaux du genre des phoques, des loutres marines, et des grands lions marins et ours marins. Ce n'est pas seulement à Aix ou à Dax que l'on trouve, sur les rochers et dans les cavernes, des têtes et des ossements de ces animaux; S. A. le prince Maregrave d'Anspach, qui joint au goût des belles connaissances la plus grande affabilité, a eu la bonté de me donner, pour le Cabinet du Roi, une collection d'ossements tirés des cavernes de *Gaillenrente*, dans son maregraviat de Bareith. M. Daubenton a comparé ces os avec ceux de l'ours commun : ils en diffèrent en ce qu'ils sont beaucoup plus grands; la tête et les dents sont plus longues et plus grosses, et le museau plus allongé et plus renflé que dans nos plus grands ours. Il y a aussi dans cette collection, dont ce noble prince a bien voulu me gratifier, une petite tête que ses naturalistes avaient désignée sous le nom de *tête du petit phoca de M. de Buffon*; mais comme l'on ne connaît pas assez la forme et la structure des têtes de lions marins, d'ours marins, et de tous les grands et petits phoques, nous croyons devoir encore suspendre notre jugement sur les animaux auxquels ces ossements fossiles ont appartenu.

PREUVES
DE LA
THÉORIE DE LA TERRE.

ARTICLE XIX.

DES CHANGEMENTS DE TERRES EN MERS ET DE MERS EN TERRES.

Il paraît, par ce que nous avons dit dans les articles I, VII, VIII et IX, qu'il est arrivé au globe terrestre de grands changements qu'on peut regarder comme généraux; et il est certain, par ce que nous avons rapporté dans les autres articles, que la surface de la terre a souffert des altérations particulières. Quoique l'ordre, ou plutôt la succession de ces altérations ou de ces changements particuliers, ne nous soit pas bien connue, nous en connaissons cependant les causes principales : nous sommes même en état d'en distinguer les différents effets; et si nous pouvions rassembler tous les indices et tous les faits que l'histoire naturelle et l'histoire civile nous fournissent au sujet des révolutions arrivées à la surface de la terre, nous ne doutons pas que la théorie que nous avons donnée n'en devînt plus plausible.

L'une des principales causes des changements qui arrivent sur la terre, c'est le mouvement de la mer, mouvement qu'elle a éprouvé de tout temps; car, dès la création, il y a eu le soleil, la lune, la terre, les eaux, l'air, etc. : dès lors le flux et le reflux, le mouvement d'orient en occident, celui des vents et des courants, se sont fait sentir; les eaux ont eu dès lors les mêmes mouvements que nous remarquons aujourd'hui dans la mer; et quand même on supposerait que l'axe du globe aurait eu une autre inclinaison, et que les continents terrestres, aussi bien que les mers, auraient eu une autre disposition, cela ne détruit point le mouvement du flux et du reflux, non plus que la cause et l'effet des vents : il suffit que l'immense quantité d'eau qui remplit le vaste espace des mers se soit trouvée rassemblée quelque part sur le globe de la terre, pour que le flux et le reflux et les autres mouvements de la mer aient été produits.

Lorsqu'une fois on a commencé à soupçonner qu'il se pouvait bien que notre continent eût autrefois été le fond d'une mer, on se le persuade bientôt à n'en pouvoir douter : d'un côté ces débris de la mer qu'on trouve partout, de l'autre, la situation horizontale des couches de la terre, et enfin cette disposition des collines et des montagnes qui se correspondent, me paraissent autant de preuves convaincantes; car, en considérant les plaines, les vallées, les collines, on voit clairement que la surface de la terre a été figurée par les eaux; en examinant l'intérieur des coquilles qui sont renfermées dans les pierres, on reconnaît évidemment que ces pierres se sont formées par le sédiment des eaux, puisque les coquilles sont remplies de la matière

[1] Mémoires de l'Acad. des Sciences, année 1760, pag. 209-218.

même de la pierre qui les environne; et enfin, en réfléchissant sur la forme des collines, dont les angles saillants répondent toujours aux angles rentrants des collines opposées, on ne peut pas douter que cette direction ne soit l'ouvrage des courants de la mer. A la vérité, depuis que notre continent est découvert, la forme de la surface a un peu changé, les montagnes ont diminué de hauteur, les plaines se sont élevées, les angles des collines sont devenus plus obtus, plusieurs matières entraînées par les fleuves se sont arrondies; il s'est formé des couches de tuf, de pierre molle, de gravier, etc.; mais l'essentiel est demeuré, la forme ancienne se reconnaît encore, et je suis persuadé que tout le monde peut se convaincre par ses yeux de tout ce que nous avons dit à ce sujet, et que quiconque aura bien voulu suivre nos observations et nos preuves, ne doutera pas que la terre n'ait été autrefois sous les eaux de la mer, et que ce ne soient les courants de la mer qui aient donné à la surface de la terre la forme que nous voyons.

Le mouvement principal des eaux de la mer est, comme nous l'avons dit, d'orient en occident : aussi il nous paraît que la mer a gagné sur les côtes orientales, tant de l'ancien que du nouveau continent, un espace d'environ cinq cents lieues; on doit se souvenir des preuves que nous en avons données dans l'article XI, et nous pouvons y ajouter que tous les détroits qui joignent les mers sont dirigés d'orient en occident : le détroit de Magellan, les deux détroits de Forbisher, celui de Hudson, le détroit de l'île de Ceylan, ceux de la mer de Corée et de Kamtschatka, ont tous cette direction, et paraissent avoir été formés par l'irruption des eaux qui, étant poussées d'orient en occident, se sont ouvert ces passages dans la même direction, dans laquelle elles éprouvent aussi un mouvement plus considérable que dans toutes les autres directions; car il y a dans tous ces détroits des marées très-violentes, au lieu que dans ceux qui sont situés sur les côtes occidentales, comme l'est celui de Gibraltar, celui du Sund, etc., le mouvement des marées est presque insensible.

Les inégalités du fond de la mer changent la direction du mouvement des eaux : elles ont été produites successivement par les sédiments de l'eau et par les matières qu'elle a transportées, soit par son mouvement de flux et reflux, soit par d'autres mouvements : car nous ne donnons pas pour cause unique de ces inégalités le mouvement du flux et du reflux; nous avons seulement donné cette cause comme la principale et la première, parce qu'elle est la plus constante et qu'elle agit sans interruption : mais on doit aussi admettre comme cause l'action des vents; ils agissent même à la surface de l'eau avec une tout autre violence que les marées, et l'agitation qu'ils communiquent à la mer est bien plus considérable pour les effets extérieurs; elle s'étend même à des profondeurs considérables, comme on le voit par les matières qui se détachent, par la tempête, du fond des mers, et qui ne sont presque jamais rejetées sur les rivages que dans les temps d'orage.

Nous avons dit qu'entre les tropiques, et même à quelques degrés au delà, il règne continuellement un vent d'est; ce vent, qui contribue au mouvement général de la mer d'orient en occident, est aussi ancien que le flux et le reflux, puisqu'il dépend du cours du soleil et de la raréfaction de l'air, produite par la chaleur de cet astre. Voilà donc deux causes de mouvement réunies, et plus grandes sous l'équateur que partout ailleurs : la première, le flux et reflux, qui, comme on le sait, est plus sensible dans les climats méridionaux; et la seconde, le vent d'est, qui souffle continuellement dans ces mêmes climats; ces deux causes ont concouru depuis la formation du globe à produire les mêmes effets, c'est-à-dire à faire mouvoir les eaux d'orient en occident, et à les agiter avec plus de force dans cette partie du monde que dans toutes les autres; c'est pour cela que les plus grandes inégalités de la surface du globe se trouvent entre les tropiques. La partie de l'Afrique comprise entre ces deux cercles n'est, pour ainsi dire, qu'un groupe de montagnes, dont les différentes chaînes s'étendent pour la plupart d'orient en occident, comme on peut s'en assurer en considérant la direction des grands fleuves de cette partie de l'Afrique : il en est de même de la partie de l'Asie et de celle de l'Amérique qui sont comprises entre les tropiques, et l'on doit juger de l'inégalité de la surface de ces climats par la quantité de hautes montagnes et d'îles qu'on y trouve.

De la combinaison du mouvement général de la mer d'orient en occident, de celui du flux et du reflux, de celui que produisent les courants, et encore de celui que forment les vents, il a résulté une infinité de différents effets, tant sur le fond de la mer que sur les côtes et les conti-

nents. Varenius dit qu'il est très-probable que les golfes et les détroits ont été formés par l'effort réitéré de l'Océan contre les terres; que la mer Méditerranée, les golfes d'Arabie, de Bengale et de Cambaye, ont été formés par l'irruption des eaux, aussi bien que les détroits entre la Sicile et l'Italie, entre Ceylan et l'Inde, entre la Grèce et l'Eubée, et qu'il en est de même du détroit des Manilles, de celui de Magellan et de celui de Danemark; qu'une preuve des irruptions de l'Océan sur les continents, qu'une preuve qu'il a abandonné différents terrains, c'est qu'on ne trouve que très-peu d'îles dans le milieu des grandes mers, et jamais un grand nombre d'îles voisines les unes des autres; que dans l'espace immense qu'occupe la mer Pacifique, à peine trouve-t-on deux ou trois petites îles vers le milieu; que dans le vaste océan Atlantique entre l'Afrique et le Brésil, on ne trouve que les petites îles de Sainte-Hélène et de l'Ascension; mais que toutes les îles sont auprès des grands continents, comme les îles de l'Archipel auprès du continent de l'Europe et de l'Asie, les Canaries auprès de l'Afrique, toutes les îles de la mer des Indes auprès du continent oriental, les îles Antilles auprès de celui de l'Amérique, et qu'il n'y a que les Açores qui soient fort avancées dans la mer entre l'Europe et l'Amérique.

Les habitants de Ceylan disent que leur île a été séparée de la presqu'île de l'Inde par une irruption de l'Océan, et cette tradition populaire est assez vraisemblable. On croit aussi que l'île de Sumatra a été séparée de Malaye; le grand nombre d'écueils et de bancs de sable qu'on trouve entre deux, semble le prouver. Les Malabares assurent que les îles Maldives faisaient partie du continent de l'Inde, et en général on peut croire que toutes les îles orientales ont été séparées des continents par une irruption de l'Océan. (Voyez *Varen. Geogr.*, pag. 203, 217 et 220.)

Il paraît qu'autrefois l'île de la Grande-Bretagne faisait partie du continent, et que l'Angleterre tenait à la France; les lits de terre et de pierre, qui sont les mêmes des deux côtés du Pas-de-Calais, le peu de profondeur de ce détroit, semblent l'indiquer. En supposant, dit le docteur Wallis, comme tout paraît l'indiquer, que l'Angleterre communiquait autrefois à la France par un isthme au-dessous de Douvres et de Calais, les grandes mers des deux côtés battaient les côtes de cet isthme par un flux impétueux, deux fois en vingt-quatre heures; la mer d'Allemagne, qui est entre l'Angleterre et la Hollande, frappait cet isthme du côté de l'est, et la mer de France du côté de l'ouest : cela suffit avec le temps pour user et détruire une langue de terre étroite, telle que nous supposons qu'était autrefois cet isthme. Le flux de la mer de France, agissant avec grande violence, non-seulement contre l'isthme, mais aussi contre les côtes de France et d'Angleterre, doit nécessairement, par le mouvement des eaux, avoir enlevé une grande quantité de sable, de terre, de vase, de tous les endroits contre lesquels la mer agissait : mais, étant arrêtée dans son courant par cet isthme, elle ne doit pas avoir déposé, comme on pourrait le croire, des sédiments contre l'isthme, mais elle les aura transportés dans la grande plaine qui forme actuellement le marécage de Romne, qui a quatorze milles de long sur huit de large : car, quiconque a vu cette plaine, ne peut pas douter qu'elle n'ait été autrefois sous les eaux de la mer, puisque dans les hautes marées elle serait encore en partie inondée sans les digues de Dimchurch.

La mer d'Allemagne doit avoir agi de même contre l'isthme et contre les côtes d'Angleterre et de Flandre, et elle aura emporté les sédiments en Hollande et en Zélande, dont le terrain, qui était autrefois sous les eaux, s'est élevé de plus de quarante pieds. De l'autre côté, sur la côte d'Angleterre, la mer d'Allemagne devait occuper cette large vallée où coule actuellement la rivière de Sture, à plus de vingt milles de distance, à commencer par Sandwich, Cantorbéry, Chatham, Chilham, jusqu'à Ashford, et peut-être plus loin; le terrain est actuellement beaucoup plus élevé qu'il ne l'était autrefois, puisqu'à Chatham on a trouvé les os d'un hippopotame enterrés à dix-sept pieds de profondeur, des ancres de vaisseaux et des coquilles marines.

Or il est très-vraisemblable que la mer peut former de nouveaux terrains en y apportant les sables, la terre, la vase, etc.; car nous voyons sous nos yeux que dans l'île d'Orkney, qui est adjacente à la côte marécageuse de Romne, il y avait un terrain bas toujours en danger d'être inondé par la rivière Rother : mais, en moins de soixante ans, la mer a élevé ce terrain considérablement en y amenant à chaque flux et reflux une quantité considérable de terre et de vase; et en même temps elle a creusé si fort le canal par où elle entre, qu'en moins de cin-

quante ans, la profondeur de ce canal est devenue assez grande pour recevoir de gros vaisseaux, au lieu qu'auparavant c'était un gué où les hommes pouvaient passer.

La même chose est arrivée auprès de la côte de Norfolk, et c'est de cette façon que s'est formé le banc de sable qui s'étend obliquement depuis la côte de Norfolk vers la côte de Zélande; ce banc est l'endroit où les marées de la mer d'Allemagne et de la mer de France se rencontrent depuis que l'isthme a été rompu, et c'est là que se déposent les terres et les sables entraînés des côtés : on ne peut pas dire si, avec le temps, ce banc de sable ne formera pas un nouvel isthme, etc. (Voyez *Trans. Phil. abr.*, v. IV, p. 227.)

Il y a grande apparence, dit Ray, que l'île de la Grande-Bretagne était autrefois jointe à la France, et faisait partie du continent; on ne sait point si c'est par un tremblement de terre, ou par une irruption de l'Océan, ou par le travail des hommes, à cause de l'utilité et de la commodité du passage, ou par d'autres raisons : mais ce qui prouve que cette île faisait partie du continent, c'est que les rochers et les côtes des deux côtés sont de même nature et composés des mêmes matières, à la même hauteur, en sorte que l'on trouve le long des côtes de Douvres les mêmes lits de pierre et de craie que l'on trouve entre Calais et Boulogne; la longueur de ces rochers le long de ces côtes est à très-peu près la même de chaque côté, c'est-à-dire d'environ six milles. Le peu de largeur du canal, qui dans cet endroit n'a pas plus de vingt-quatre milles anglais de largeur, et le peu de profondeur, eu égard à la mer voisine, font croire que l'Angleterre a été séparée de la France par accident. On peut ajouter à ces preuves qu'il y avait autrefois des loups et même des ours dans cette île, et il n'est pas à présumer qu'ils y soient venus à la nage, ni que les hommes aient transporté ces animaux nuisibles; car en général on trouve les animaux nuisibles des continents dans toutes les îles qui en sont fort voisines, et jamais dans celles qui en sont éloignées, comme les Espagnols l'ont observé lorsqu'ils sont arrivés en Amérique. (Voyez *Ray's Discourses*, page 208.

Du temps de Henri I, roi d'Angleterre, il arriva une grande inondation dans une partie de la Flandre par une irruption de la mer; en 446, une pareille irruption fit périr plus de dix mille personnes sur le territoire de Dordrecht, et plus de cent mille autour de Dullart, en Frise et en Zélande, et il y eut dans ces deux provinces plus de deux ou trois cents villages de submergés; on voit encore les sommets de leurs tours et les pointes de leurs clochers qui s'élèvent un peu au-dessus des eaux.

Sur les côtes de France, d'Angleterre, de Hollande, d'Allemagne, de Prusse, la mer s'est éloignée en beaucoup d'endroits. Hubert Thomas dit, dans sa *Description du pays de Liége*, que la mer environnait autrefois les murailles de la ville de Tongres, qui maintenant en est éloignée de trente-cinq lieues, ce qu'il prouve par plusieurs bonnes raisons; et, entre autres, il dit qu'on voyait encore de son temps les anneaux de fer, dans les murailles, auxquels on attachait les vaisseaux qui y arrivaient. On peut encore regarder comme des terres abandonnées par la mer, en Angleterre, les grands marais de Lincoln et l'île d'Ély; en France, la Crau de la Provence; et même la mer s'est éloignée assez considérablement à l'embouchure du Rhône depuis l'année 1665. En Italie, il s'est formé de même un terrain considérable à l'embouchure de l'Arno; et Ravenne, qui autrefois était un port de mer des Exarques, n'est plus une ville maritime. Toute la Hollande paraît être un terrain nouveau, où la surface de la terre est presque de niveau avec le fond de la mer, quoique le pays se soit considérablement élevé et s'élève tous les jours par les limons et les terres que le Rhin, la Meuse, etc., y amènent; car autrefois on comptait que le terrain de la Hollande était en plusieurs endroits de cinquante pieds plus bas que le fond de la mer.

On prétend qu'en l'année 860, la mer, dans une tempête furieuse, amena vers la côte une si grande quantité de sables, qu'ils fermèrent l'embouchure du Rhin auprès de Catt, et que ce fleuve inonda tout le pays, renversa les arbres et les maisons, et se jeta dans le lit de la Meuse. En 1421, il y eut une autre inondation qui sépara la ville de Dordrecht de la terre ferme, submergea soixante-douze villages, plusieurs châteaux, noya cent mille âmes, et fit périr une infinité de bestiaux. La digue de l'Issel se rompit, en 1638, par quantité de glaces que le Rhin entraînait, qui, ayant bouché le passage de l'eau, firent une ouverture de quelques toises à la digue, et une partie de la province fut inondée avant qu'on eût pu réparer la brèche. En

1682, il y eut une pareille inondation dans la province de Zélande, qui submergea plus de trente villages, et causa la perte d'une infinité de monde et de bestiaux qui furent surpris la nuit par les eaux. Ce fut un bonheur pour la Hollande que le vent du sud-est gagna sur celui qui lui était opposé; car la mer était si enflée, que les eaux étaient de dix-huit pieds plus hautes que les terres les plus élevées de la province, à la réserve des dunes (Voyez les *Voyages historiques de l'Europe*, tome V, page 70.)

Dans la province de Kent en Angleterre, il y avait à Hith un port qui s'est comblé, malgré tous les soins que l'on a pris pour l'empêcher, et malgré la dépense qu'on a faite plusieurs fois pour le vider. On y trouve une multitude étonnante de galets et de coquillages apportés par la mer dans l'étendue de plusieurs milles, qui s'y sont amoncelés autrefois, et qui, de nos jours, ont été recouverts par de la vase et de la terre, sur laquelle sont actuellement des pâturages. D'autre côté, il y a des terres fermes que la mer, avec le temps, vient à gagner et à couvrir, comme les terres de Goodwin, qui appartenaient à un seigneur de ce nom, et qui à présent ne sont plus que des sables couverts par les eaux de la mer. Ainsi la mer gagne en plusieurs endroits du terrain, et en perd dans d'autres : cela dépend de la différente situation des côtes et des endroits où le mouvement des marées s'arrête, où les eaux transportent d'un endroit à l'autre les terres, les sables, les coquilles, etc. (Voyez *Trans. philos. abr.*, vol. IV, page 234.)

Sur la montagne de Stella, en Portugal, il y a un lac dans lequel on a trouvé des débris de vaisseaux, quoique cette montagne soit éloignée de la mer de plus de douze lieues. (Voyez la *Géographie de Gordon*, édition de Londres, 1733, p. 149.) Sabinus, dans ses *Commentaires sur les Métamorphoses d'Ovide*, dit qu'il paraît, par les monuments de l'histoire, qu'en l'année 1460 on trouva dans une mine des Alpes un vaisseau avec ses ancres.

Ce n'est pas seulement en Europe que nous trouverons des exemples de ces changements de mer en terre et de terre en mer; les autres parties du monde nous en fourniraient peut-être de plus remarquables et en plus grand nombre, si on les avait bien observés.

Calicut a été autrefois une ville célèbre et la capitale d'un royaume de même nom; ce n'est aujourd'hui qu'une grande bourgade mal bâtie et assez déserte : la mer, qui, depuis un siècle, a beaucoup gagné sur cette côte, a submergé la meilleure partie de l'ancienne ville, avec une belle forteresse de pierre de taille qui y était. Les barques mouillent aujourd'hui sur leurs ruines, et le port est rempli d'un grand nombre d'écueils qui paraissent dans les basses marées et sur lesquels les vaisseaux font assez souvent naufrage. (Voyez *Let. édif.*, recueil II, page 187.)

La province de Jucatan, péninsule dans le golfe du Mexique, a fait autrefois partie de la mer. Cette pièce de terre s'étend dans la mer à cent lieues en longueur depuis le continent, et n'a pas plus de vingt-cinq lieues dans sa plus grande largeur; la qualité de l'air y est tout à fait chaude et humide : quoiqu'il n'y ait ni ruisseaux ni rivières dans un si long espace, l'eau est partout si proche, et l'on trouve, en ouvrant la terre, un si grand nombre de coquillages, qu'on est porté à regarder cette vaste étendue comme un lieu qui a fait autrefois partie de la mer.

Les habitants de Malabar prétendent qu'autrefois les îles Maldives étaient attachées au continent des Indes, et que la violence de la mer les en a séparées. Le nombre de ces îles est si grand, et quelques-uns des canaux qui les séparent sont si étroits, que les beaupréś des vaisseaux qui y passent font tomber les feuilles des arbres de l'un et de l'autre côté; et, en quelques endroits, un homme vigoureux se tenant à une branche d'arbre, peut sauter dans une autre île. (Voyez les *Voyages des Hollandais aux Indes Orientales*, page 274.) Une preuve que le continent des Maldives était autrefois une terre sèche, ce sont les cocotiers qui sont au fond de la mer; il s'en détache souvent des cocos qui sont rejetés sur le rivage par la tempête : les Indiens en font grand cas, et leur attribuent les mêmes vertus qu'au bézoard.

On croit qu'autrefois l'île de Ceylan était unie au continent et en faisait partie, mais que les courants, qui sont extrêmement rapides en beaucoup d'endroits des Indes, l'ont séparée, et en ont fait une île. On croit la même chose à l'égard des îles de Rammanakoiel et de plusieurs autres. (Voyez *Voyages des Hollandais aux Indes orientales*, tome VI, page 485.) Ce qu'il y a de certain, c'est que l'île de Ceylan a perdu trente ou quarante lieues de terrain du côté du

nord-ouest, que la mer a gagnées successivement.

Il paraît que la mer a abandonné depuis peu une grande partie des terres avancées et des îles de l'Amérique. On vient de voir que le terrain de Jucatan n'est composé que de coquilles; il en est de même des basses terres de la Martinique et des autres îles Antilles. Les habitants ont appelé le fond de leur terrain *la chaux*, parce qu'ils font de la chaux avec ces coquilles, dont on trouve les bancs immédiatement audessous de la terre végétale. Nous pouvons rapporter ici ce qui est dit dans les *Nouveaux Voyages aux îles de l'Amérique*. « La chaux que « l'on trouve par toute la grande terre de la « Guadeloupe, quand on fouille dans la terre, « est de même espèce que celle que l'on pêche « à la mer : il est difficile d'en rendre raison. « Serait-il possible que toute l'étendue du ter« rain qui compose cette île ne fût, dans les « siècles passés, qu'un haut fond rempli de « plantes de chaux, qui, ayant beaucoup crû « et rempli les vides qui étaient entre elles occu« pés par l'eau, ont enfin haussé le terrain et « obligé l'eau à se retirer et à laisser à sec toute « la superficie? Cette conjecture, toute extraor« dinaire qu'elle paraît d'abord, n'a pourtant « rien d'impossible, et deviendra même assez « vraisemblable à ceux qui l'examineront sans « prévention : car enfin, en suivant le commen« cement de ma supposition, ces plantes ayant « crû et rempli tout l'espace que l'eau occupait, « se sont enfin étouffées l'une l'autre; les par« ties supérieures se sont réduites en poussière « et en terre; les oiseaux y ont laissé tomber « les graines de quelques arbres, qui ont germé « et produit ceux que nous y voyons, et la na« ture y en fait germer d'autres qui ne sont pas « d'une espèce commune aux autres endroits, « comme les bois marbrés et violets. Et il ne « serait pas indigne de la curiosité des gens qui « y demeurent, de faire fouiller en différents en« droits pour connaître quel en est le sol, jus« qu'à quelle profondeur on trouve cette pierre « à chaux, en quelle situation elle est répandue « sous l'épaisseur de la terre, et autres circon« stances qui pourraient ruiner ou fortifier ma « conjecture. »

Il y a quelques terrains qui tantôt sont couverts d'eau, et tantôt sont découverts, comme plusieurs îles en Norwége, en Écosse, aux Maldives, au golfe de Cambaye, etc. La mer Baltique a gagné peu à peu une grande partie de la Poméranie; elle a couvert et ruiné le fameux port de Vineta. De même la mer de Norwége a formé plusieurs petites îles, et s'est avancée dans le continent. La mer d'Allemagne s'est avancée en Hollande auprès de Catt, en sorte que les ruines d'une ancienne citadelle des Romains, qui était autrefois sur la côte, sont actuellement fort avant dans la mer. Les marais de l'île d'Ely en Angleterre, la Cran en Provence, sont, au contraire, comme nous l'avons dit, des terrains que la mer a abandonnés; les dunes ont été formées par des vents de mer qui ont jeté sur le rivage et accumulé des terres, des sables, des coquillages, etc. Par exemple, sur les côtes occidentales de France, d'Espagne et d'Afrique, il règne des vents d'ouest durables et violents, qui poussent avec impétuosité les eaux vers le rivage, sur lequel il s'est formé des dunes dans quelques endroits. De même les vents d'est, lorsqu'ils durent longtemps, chassent si fort les eaux des côtes de la Syrie et de la Phénicie, que les chaînes de rochers, qui sont couverts d'eau pendant les vents d'ouest, demeurent alors à sec. Au reste, les dunes ne sont pas composées de pierres et de marbres, comme les montagnes, qui se sont formées dans le fond de la mer, parce qu'elles n'ont pas été assez longtemps dans l'eau. Nous ferons voir, dans le *Discours sur les minéraux*, que la pétrification s'opère au fond de la mer, et que les pierres qui se forment dans la terre sont bien différentes de celles qui se sont formées dans la mer.

Comme je mettais la dernière main à ce *Traité de la théorie de la terre*, que j'ai composé en 1744, j'ai reçu de la part de M. Barrère sa *Dissertation sur l'origine des pierres figurées*, et j'ai été charmé de me trouver d'accord avec cet habile naturaliste au sujet de la formation des dunes, et du séjour que la mer a fait autrefois sur la terre que nous habitons; il rapporte plusieurs changements arrivés aux côtes de la mer. Aiguesmortes, qui est actuellement à plus d'une lieue et demie de la mer, était un port du temps de saint Louis; Psalmodi était une île en 815, et aujourd'hui il est dans la terre ferme, à plus de deux lieues de la mer : il en est de même de Maguelone; la plus grande partie du vignoble d'Agde était, il y a quarante ans, couverte par les eaux de la mer : et en Espagne la mer s'est retirée considérablement depuis peu de Blanes, de Badalona, vers l'embouchure de la rivière

Vobregat, vers le cap de Tortosa, le long des côtes de Valence, etc.

La mer peut former des collines et élever des montagnes de plusieurs façons différentes, d'abord par des transports de terre, de vase, de coquilles, d'un lieu à un autre, soit par son mouvement naturel de flux et de reflux, soit par l'agitation des eaux causée par les vents; en second lieu par des sédiments, des parties impalpables qu'elle aura détachées des côtes et de son fond, et qu'elle pourra transporter et déposer à des distances considérables; et enfin par des sables, des coquilles, de la vase et des terres que les vents de mer poussent souvent contre les côtes; ce qui produit des dunes et des collines que les eaux abandonnent peu à peu, et qui deviennent des parties du continent : nous en avons un exemple dans nos dunes de Flandre et dans celles de Hollande, qui ne sont que des collines composées de sable et de coquilles que des vents de mer ont poussées vers la terre. M. Barrère en cite un autre exemple qui m'a paru mériter de trouver place ici. « L'eau « de la mer, par son mouvement, détache de « son sein une infinité de plantes, de coquillages, de vase, de sable que les vagues poussent continuellement vers les bords, et que « les vents impétueux de mer aident à pousser « encore. Or, tous ces différents corps ajoutés « au premier atterrissement, y forment plusieurs « nouvelles couches ou monceaux qui ne peuvent servir qu'à accroître le lit de la terre, à « l'élever, à former des dunes, des collines, « par des sables, des terres, des pierres amoncelées; en un mot, à éloigner davantage le « bassin de la mer, et à former un nouveau continent.

« Il est visible que des alluvions ou des atterrissements successifs ont été faits par le même « mécanisme depuis plusieurs siècles, c'est-à-dire par des dépositions réitérées de différentes matières; atterrissements qui ne sont pas « de pure convenance : j'en trouve les preuves « dans la nature même, c'est-à-dire dans différents lits de coquilles fossiles et d'autres productions marines qu'on remarque dans le « Roussillon auprès du village de Naffiac, éloigné de la mer d'environ sept ou huit lieues. « Ces lits de coquilles qui sont inclinés de l'ouest « à l'est sous différents angles, sont séparés les « uns des autres par des bancs de sable et de « terre, tantôt d'un pied et demi, tantôt de deux « à trois pieds d'épaisseur; ils sont comme saupoudrés de sel lorsque le temps est sec, et « forment ensemble des coteaux de la hauteur « de plus de vingt-cinq à trente toises. Or, une « longue chaîne de coteaux si élevés n'a pu se « former qu'à la longue, à différentes reprises « et par la succession des temps; ce qui pourrait « être aussi un effet du déluge ou du bouleversement universel qui a dû tout confondre, « mais qui cependant n'aura pas donné une « forme réglée à ces différentes couches de coquilles fossiles qui auraient dû être assemblées « sans aucun ordre. »

Je pense sur cela comme M. Barrère; seulement je ne regarde pas les atterrissements comme la seule manière dont les montagnes ont été formées, et je crois pouvoir assurer au contraire que la plupart des éminences que nous voyons à la surface de la terre ont été formées dans la mer même, et cela par plusieurs raisons qui m'ont toujours paru convaincantes : premièrement, parce qu'elles ont entre elles cette correspondance d'angles saillants et rentrants, qui suppose nécessairement la cause que nous avons assignée, c'est-à-dire le mouvement des courants de la mer; en second lieu, parce que les dunes et les collines qui se forment des matières que la mer amène sur ses bords ne sont pas composées de marbres et de pierres dures, comme les collines ordinaires : les coquilles n'y sont ordinairement que fossiles, au lieu que, dans les autres montagnes, la pétrification est entière; d'ailleurs les bancs de coquilles, les couches de terre, ne sont pas aussi horizontales dans les dunes que dans les collines composées de marbre et de pierre dure : ces bancs y sont plus ou moins inclinés, comme dans les collines de Naffiac, au lieu que, dans les collines et dans les montagnes qui se sont formées sous les eaux par les sédiments de la mer, les couches sont toujours parallèles et très-souvent horizontales; les matières y sont pétrifiées aussi bien que les coquilles. J'espère faire voir que les marbres et les autres matières calcinables, qui presque toutes sont composées de madrépores, d'astroïtes et de coquilles, ont acquis au fond de la mer le degré de dureté et de perfection que nous leur connaissons : au contraire, les tufs, les pierres molles et toutes les matières pierreuses, comme les incrustations, les stalactites, etc., qui sont aussi calcinables, et qui se sont formées dans la terre depuis que notre continent est décou-

vert, ne peuvent acquérir ce degré de dureté et de pétrification des marbres ou des pierres dures.

On peut voir dans l'Histoire de l'Académie, année 1707, les observations de M. Saulmon au sujet des galets qu'on trouve dans plusieurs endroits. Ces galets sont des cailloux ronds et plats, et toujours fort polis, que la mer pousse sur les côtes. A Bayeux et à Brutel, qui est à une lieue de la mer, on trouve du galet en creusant des caves ou des puits : les montagnes de Bonneuil, de Broie et du Quesnoy, qui sont à environ dix-huit lieues de la mer, sont toutes couvertes de galets : il y en a aussi dans la vallée de Clermont en Beauvoisis. M. Saulmon rapporte encore qu'un trou de seize pieds de profondeur, percé directement et horizontalement dans la falaise du Tréport, qui est toute de moellon, a disparu en trente ans, c'est-à-dire que la mer a miné dans la falaise cette épaisseur de seize pieds. En supposant qu'elle avance toujours également, elle minerait mille toises, ou une petite demi-lieue de moellon en douze mille ans.

Les mouvements de la mer sont donc les principales causes des changements qui sont arrivés et qui arrivent sur la surface du globe : mais cette cause n'est pas unique ; il y en a beaucoup d'autres moins considérables qui contribuent à ces changements : les eaux courantes, les fleuves, les ruisseaux, la fonte des neiges, les torrents, les gelées, etc., ont changé considérablement la surface de la terre ; les pluies ont diminué la hauteur des montagnes ; les rivières et les ruisseaux ont élevé les plaines ; les fleuves ont rempli la mer à leur embouchure ; la fonte des neiges et les torrents ont creusé des ravines dans les gorges et dans les vallons ; les gelées ont fait fendre les rochers et les ont détachés des montagnes. Nous pourrions citer une infinité d'exemples des différents changements que toutes ces causes ont occasionnés. Varenius dit que les fleuves transportent dans la mer une grande quantité de terre qu'ils déposent à plus ou moins de distance des côtes, en raison de leur rapidité ; ces terres tombent au fond de la mer et y forment d'abord de petits bancs, qui, s'augmentant tous les jours, font des écueils, et enfin forment des îles qui deviennent fertiles et habitées : c'est ainsi que se sont formées les îles du Nil, celles du fleuve Saint-Laurent, l'île de Landa, située à la côte d'Afrique près de l'embouchure du fleuve Coenza, les îles de Norwége, etc. Voy. *Varenii Geogr. gener.*, p. 214. On peut y ajouter l'île de Troug-Ming à la Chine, qui s'est formée peu à peu des terres que le fleuve de Nanquin entraîne et dépose à son embouchure. Cette île est fort considérable ; elle a plus de vingt lieues de longueur sur cinq ou six de largeur. Voyez *Lettres édif.*, Recueil XI, page 234.

Le Pô, le Trento, l'Athésis, et les autres rivières de l'Italie, amènent une grande quantité de terres dans les lagunes de Venise, surtout dans le temps des inondations, en sorte que peu à peu elles se remplissent : elles sont déjà sèches en plusieurs endroits dans le temps du reflux ; et il n'y a plus que les canaux que l'on entretient avec une grande dépense qui aient un peu de profondeur.

A l'embouchure du Nil, à celle du Gange et de l'Indus, à celle de la rivière de la Plata au Brésil, à celle de la rivière de Nanquin à la Chine, et à l'embouchure de plusieurs autres fleuves, on trouve des terres et des sables accumulés. La Loubère, dans son Voyage de Siam, dit que les bancs de sable et de terre augmentent tous les jours à l'embouchure des grandes rivières de l'Asie par les limons et les sédiments qu'elles y apportent, en sorte que la navigation de ces rivières devient tous les jours plus difficile, et deviendra un jour impossible. On peut dire la même chose des grandes rivières de l'Europe, et surtout du Volga, qui a plus de soixante-dix embouchures dans la mer Caspienne ; du Danube, qui en a sept dans la mer Noire, etc.

Comme il pleut très-rarement en Égypte, l'inondation régulière du Nil vient des torrents qui y tombent dans l'Éthiopie ; il charrie une très-grande quantité de limon : et ce fleuve a non-seulement apporté sur le terrain de l'Égypte plusieurs milliers de couches annuelles, mais même il a jeté bien avant dans la mer les fondements d'une alluvion qui pourra former avec le temps un nouveau pays ; car on trouve avec la sonde, à plus de vingt lieues de distance de la côte, le limon du Nil au fond de la mer, qui augmente tous les ans. La basse Égypte, où est maintenant le Delta, n'était autrefois qu'un golfe de la mer. Voyez *Diodore de Sicile*, liv. III ; *Aristote*, liv. Ier *des Météores*, c. XIV ; *Hérodote*, § 4, 5, etc. Homère nous dit que l'île de Pharos était éloignée de l'Egypte d'un jour

et d'une nuit de chemin, et l'on sait qu'aujourd'hui elle est presque contiguë. Le sol en Égypte n'a pas la même profondeur de bon terrain partout; plus on appproche de la mer et moins il y a de profondeur : près des bords du Nil il y a quelquefois trente pieds et davantage de profondeur de bonne terre, tandis qu'à l'extrémité de l'inondation il n'y a pas sept pouces. Toutes les villes de la basse Égypte ont été bâties sur des levées et sur des éminences faites à la main. Voyez le *Voyage de M. Shaw*, vol. II, pages 185 et 186. La ville de Damiette est aujourd'hui éloignée de la mer de plus de dix milles, et du temps de saint Louis, en 1243, c'était un port de mer. La ville de Fooah, qui était il y a trois cents ans à l'embouchure de la branche canopique du Nil, en est présentement à plus de sept milles de distance : depuis quarante ans la mer s'est retirée d'une demi-lieue de devant Rosette, etc. *Idem*, pages 173 et 188.

Il est aussi arrivé des changements à l'embouchure de tous les grands fleuves de l'Amérique, et même de ceux qui ont été découverts nouvellement. Le P. Charlevoix, en parlant du fleuve Mississipi, dit qu'à l'embouchure de ce fleuve, au-dessous de la Nouvelle-Orléans, le terrain forme une pointe de terre qui ne paraît pas fort ancienne, car, pour peu qu'on y creuse, on trouve de l'eau; et que la quantité de petites îles qu'on a vues se former nouvellement à toutes les embouchures de ce fleuve, ne laissent aucun doute que cette langue de terre ne se soit formée de la même manière. Il paraît certain, dit-il, que quand M. de la Salle descendit [1] le Mississipi jusqu'à la mer, l'embouchure de ce fleuve n'était pas telle qu'on la voit aujourd'hui.

Plus on approche de la mer, ajoute-t-il, plus cela devient sensible; la barre n'a presque point d'eau dans la plupart des petites issues que le fleuve s'est ouvertes, et qui ne se sont si fort multipliées, que par le moyen des arbres qui y sont entraînés par le courant, et dont un seul, arrêté par ses branches ou par ses racines dans un endroit où il y a peu de profondeur, en arrête mille. J'en ai vu, dit-il, à deux cents lieues d'ici [2], des amas dont un seul aurait rempli tous les chantiers de Paris : alors rien n'est capable de les détacher; le limon que charrie le fleuve leur sert de ciment et les couvre peu à peu; chaque inondation en laisse une nouvelle couche, et après dix ans au plus les lianes et les arbrisseaux commencent à y croître : c'est ainsi que se sont formées la plupart des pointes et des îles qui font si souvent changer de cours au fleuve. Voyez les *Voyages du P. Charlevoix*, tome III, page 440.

Cependant tous les changements que les fleuves occasionnent sont assez lents, et ne peuvent devenir considérables qu'au bout d'une longue suite d'années : mais il est arrivé des changements brusques et subits par les inondations et les tremblements de terre. Les anciens prêtres égyptiens, six cents ans avant la naissance de Jésus-Christ, assuraient, au rapport de Platon dans le *Timée*, qu'autrefois il y avait une grande île auprès des colonnes d'Hercule, plus grande que l'Asie et la Libye prises ensemble, qu'on appelait Atlantide; que cette grande île fut inondée et abîmée sous les eaux de la mer après un grand tremblement de terre. *Traditur Atheniensis civitas restitisse olim innumeris hostium copiis quæ, ex Atlantico mari profectæ, prope cunctam Europam Asiamque obsederunt; tunc enim fretum illud navigabile, habens in ore et quasi vestibulo ejus insulam quas Herculis Columnas cognominant : ferturque insula illa Libya simul et Asia major fuisse, per quam ad alias proximas insulas patebat aditus, atque ex insulis ad omnem continentem e conspectu jacentem vero mari vicinam. Sed intra os ipsum portus angusto sinu traditur. Pelagus illud verum mare, terra quoque illa vere erat continens, etc. Post hæc ingenti terræ motu jugique diei unius et noctis illuvione factum est, ut terra dehiscens omnes illos bellicosos absorberet, et Atlantis insula sub vasto gurgite mergeretur.* Plato, *in Timæo*. Cette ancienne tradition n'est pas absolument contre toute vraisemblance : les terres qui ont été absorbées par les eaux sont peut-être celles qui joignaient l'Irlande aux Açores, et celles-ci au continent de l'Amérique, car on trouve en Irlande les mêmes fossiles, les mêmes coquillages et les mêmes productions marines que l'on trouve en Amérique, dont quelques-unes sont différentes de celles qu'on trouve dans le reste de l'Europe.

Eusèbe rapporte deux témoignages au sujet

[1] Il y a des Géographes qui prétendent que M. de la Salle n'a jamais descendu le Mississipi.
[2] De la Nouvelle-Orléans.

des déluges, dont l'un est de Melon, qui dit que le Syrie avait été autrefois inondée dans toutes les plaines; l'autre est d'Abydenus, qui dit que, du temps du roi Sisithrus, il y eut un grand déluge qui avait été prédit par Saturne. Plutarque, *de Solertiâ animalium*, Ovide et les autres mythologistes, parlent du déluge de Deucalion, qui s'est fait, dit-on, en Thessalie, environ sept cents ans après le déluge universel. On prétend aussi qu'il y en a eu un plus ancien dans l'Attique, du temps d'Ogygès, environ deux cent trente ans avant celui de Deucalion. Dans l'année 1095, il y eut un déluge en Syrie qui noya une infinité d'hommes. Voy. *Alfled. Chron.*, ch. 25. En 1164, il y en eut un si considérable dans la Frise, que toutes les côtes maritimes furent submergées avec plusieurs milliers d'hommes. Voyez *Krank*, lib. V, cap. 4. En 1218, il y eut une autre inondation qui fit périr près de cent mille hommes, aussi bien qu'en 1530. Il y a plusieurs autres exemples de ces grandes inondations, comme celle de 1604, en Angleterre, etc.

Une troisième cause de changement sur la surface du globe sont les vents impétueux. Non-seulement ils forment des dunes et des collines sur les bords de la mer et dans le milieu des continents, mais souvent ils arrêtent et font rebrousser les rivières; ils changent la direction des fleuves; ils enlèvent les terres cultivées, les arbres; ils renversent les maisons; ils inondent, pour ainsi dire, des pays tout entiers. Nous avons un exemple de ces inondations de sable en France, sur les côtes de Bretagne : l'Histoire de l'Académie, année 1722, en fait mention dans les termes suivants.

« Aux environs de Saint-Paul-de-Léon, en « Basse-Bretagne, il y a sur la mer un canton « qui, avant l'an 1666, était habité, et ne l'est « plus à cause d'un sable qui le couvre jusqu'à « une hauteur de plus de vingt pieds, et qui « d'année en année s'avance et gagne du ter« rain. A compter de l'époque marquée, il a ga« gné plus de six lieues, et il n'est plus qu'à une « demi-lieue de Saint-Paul; de sorte que, selon « les apparences, il faudra abandonner cette « ville. Dans le pays submergé, on voit encore « quelques pointes de clochers et quelques che« minées qui sortent de cette mer de sable; les « habitants des villages enterrés ont eu du moins « le loisir de quitter leurs maisons pour aller « mendier. Page 7.

« C'est le vent d'est ou du nord qui avance « cette calamité : il élève ce sable qui est très« fin, et le porte en si grande quantité et avec « tant de vitesse, que M. Deslandes, à qui l'A« cadémie doit cette observation, dit qu'en se « promenant en ce pays-là pendant que le vent « charriait, il était obligé de secouer de temps « en temps son chapeau et son habit, parce « qu'il les sentait appesantis. De plus, quand « ce vent est violent, il jette ce sable par-dessus « un petit bras de mer jusque dans Roscof, petit « port assez fréquenté par les vaisseaux étran« gers; le sable s'élève dans les rues de cette « bourgade jusqu'à deux pieds, et on l'enlève « par charretées. On peut remarquer en pas« sant, qu'il y a dans ce sable beaucoup de par« ties ferrugineuses, qui se reconnaissent au « couteau aimanté.

« L'endroit de la côte qui fournit tout ce sa« ble est une plage qui s'étend depuis Saint« Paul jusque vers Plouescat, c'est-à-dire un « peu plus de quatre lieues, et qui est presque « au niveau de la mer lorsqu'elle est pleine. La « disposition des lieux est telle, qu'il n'y a que « le vent d'est ou de nord-est qui ait la direc« tion nécessaire pour porter le sable dans les « terres. Il est aisé de concevoir comment le sable « porté et accumulé par le vent en un endroit, « est repris ensuite par le même vent et porté « plus loin, et qu'ainsi le sable peut avancer en « submergeant le pays, tant que la minière qui « le fournit en fournira de nouveau; car, sans « cela, le sable, en avançant, diminuerait tou« jours de hauteur, et cesserait de faire du ra« vage. Or, il n'est que trop possible que la mer « jette ou dépose longtemps de nouveau sable « dans cette plage d'où le vent l'enlève; il est « vrai qu'il faut qu'il soit toujours aussi fin pour « être aisément enlevé.

« Le désastre est nouveau, parce que la plage « qui fournit le sable n'en avait pas encore une « assez grande quantité pour s'élever au-dessus « de la surface de la mer, ou peut-être parce « que la mer n'a abandonné cet endroit et ne « l'a laissé découvert que depuis un temps : elle « a eu quelque mouvement sur cette côte; elle « vient présentement dans le flux une demi« lieue en-deçà de certaines roches qu'elle ne « passait pas autrefois.

« Ce malheureux canton inondé d'une façon « si singulière justifie ce que les anciens et les « modernes rapportent des tempêtes de sable

« excitées en Afrique, qui ont fait périr des vil-« les et même des armées. »

M. Schaw nous dit que les ports de Laodicée et de Jébilée, de Tortose, de Rowadse, de Tripoli, de Tyr, d'Acre, de Jaffa, sont tous remplis et comblés des sables qui y ont été charriés par les grandes vagues qu'on a sur cette côte de la Méditerranée lorsque le vent d'ouest souffle avec violence. Voyez *Voyages de Shaw*, vol. II.

Il est inutile de donner un plus grand nombre d'exemple des altérations qui arrivent sur la terre; le feu, l'air et l'eau y produisent des changements continuels, et qui deviennent très-considérable avec le temps : non seulement il y a des causes générales dont les effets sont périodiques et réglés, par lesquels la mer prend successivement la place de la terre et abandonne la sienne, mais il y a une grande quantité de causes particulières qui contribuent à ces changements, et qui produisent des bouleversements, des inondations, des affaissements ; et la surface de la terre, qui est ce que nous connaissons de plus solide, est sujette, comme tout le reste de la nature, à des vicissitudes perpétuelles.

ADDITIONS

A L'ARTICLE QUI A POUR TITRE :

DES CHANGEMENTS DE MER EN TERRE.

Au sujet des changements de mer en terre, on verra, en parcourant les côtes de France, qu'une partie de la Bretagne, de la Picardie, de la Flandre et de la Basse-Normandie, ont été abandonnées par la mer assez récemment, puisqu'on y trouve des amas d'huîtres et d'autres coquilles fossiles, dans le même état qu'on les tire aujourd'hui de la mer voisine. Il est très-certain que la mer perd sur les côtes de Dunkerque : on en a l'expérience depuis un siècle. Lorsqu'on construisit les jetées de ce port en 1670, le fort de Bonne-Espérance, qui terminait une de ces jetées, fut bâti sur pilotis, bien au-delà de la laisse de la basse mer ; actuellement la plage s'est avancée au-delà de ce fort de près de trois cents toises. En 1714, lorsqu'on creusa le nouveau port de Mardik, on avait également porté les jetées jusqu'au-delà de la laisse de la basse mer ; présentement, il se trouve au-delà une plage de plus de cinq cents toises à sec à marée basse. Si la mer continue à perdre, insensiblement Dunkerque, comme Aigues-Mortes, ne sera plus un port de mer, et cela pourra arriver dans quelques siècles. La mer ayant perdu si considérablement de notre connaissance, combien n'a-t-elle pas dû perdre depuis que le monde existe [1] !

Il suffit de jeter les yeux sur la Saintonge maritime, pour être persuadé qu'elle a été ensevelie sous les eaux. L'Océan, qui la couvrait, ayant abandonné ces terres, la Charente le suivit à mesure qu'il faisait retraite, et forma dès lors une rivière dans les lieux mêmes où elle n'était auparavant qu'un grand lac ou un marais. Le pays d'Aunis a autrefois été submergé par la mer et par les eaux stagnantes des marais ; c'est une des terres les plus nouvelles de la France ; il y a lieu de croire que ce terrain n'était encore qu'un marais vers la fin du quatorzième siècle [2].

Il paraît donc que l'Océan a baissé de plusieurs pieds, depuis quelques siècles, sur toutes nos côtes ; et si l'on examine celles de la Méditerranée depuis le Roussillon jusqu'en Provence, on reconnaîtra que cette mer a fait aussi retraite à peu près dans la même proportion ; ce qui semble prouver que toutes les côtes d'Espagne et de Portugal se sont, comme celles de France, étendues en circonférence. On a fait la même remarque en Suède, où quelques physiciens ont prétendu, d'après leurs observations, que dans quatre mille ans, à dater de ce jour, la Baltique, dont la profondeur n'est guère que de trente brasses, sera une terre découverte et abandonnée par les eaux.

Si l'on faisait de semblables observations dans tous les pays du monde, je suis persuadé qu'on trouverait généralement que la mer se retire de toutes parts. Les mêmes causes qui ont produit sa première retraite et son abaissement successif, ne sont pas absolument anéanties ; la mer était dans le commencement élevée de plus de deux mille toises au-dessus de son niveau actuel : les grandes boursouflures de la surface du globe, qui se sont écroulées les premières, ont fait baisser les eaux d'abord rapidement ; ensuite, à mesure que d'autres cavernes moins considérables se sont affaisées, la mer se sera proportionnellement déprimée, et, comme il

[1] Mémoire pour la subdélégation de Dunkerque, relativement à l'histoire naturelle de ce canton.

[2] Extrait de l'Histoire de La Rochelle, art. 2 et 3.

existe encore un assez grand nombre de cavités qui ne sont pas écroulées, et que de temps en temps cet effet doit arriver, soit par l'action des volcans, soit par la seule force de l'eau, soit par l'effort des tremblements de terre, il me semble qu'on peut prédire, sans craindre de se tromper, que les mers se retireront de plus en plus avec le temps, en s'abaissant encore au-dessous de leur niveau actuel, et que par conséquent l'étendue des continents terrestres ne fera qu'augmenter avec les siècles.

CONCLUSION.

Il paraît certain, par les preuves que nous avons données (art. VII et VIII), que les continents terrestres ont été autrefois couverts par les eaux de la mer; il paraît tout aussi certain (art. XII) que le flux et le reflux, et les autres mouvements des eaux, détachent continuellement des côtes et du fond de la mer des matières de toute espèce, et des coquilles qui se déposent ensuite quelque part, et tombent au fond de l'eau, comme des sédiments, et que c'est là l'origine des couches parallèles et horizontales qu'on trouve partout. Il paraît (art. IX) que les inégalités du globe n'ont pas d'autre cause que celle du mouvement des eaux de la mer, et que les montagnes ont été produites par l'amas successif et l'entassement des sédiments dont nous parlons, qui ont formé les différents lits dont elles sont composées. Il est évident que les courants qui ont suivi d'abord la direction de ces inégalités, leur ont donné ensuite à toutes la figure qu'elles conservent encore aujourd'hui (art. XIII), c'est-à-dire cette correspondance alternative des angles saillants toujours opposés aux angles rentrants; il paraît de même (art. VIII et XVIII) que la plus grande partie des matières que la mer a détachées de son fond et de ses côtes étaient en poussière lorsqu'elles se sont précipitées en forme de sédiments, et que cette poussière impalpable a rempli l'intérieur des coquilles absolument et parfaitement, lorsque ces matières se sont trouvées ou de la nature même des coquilles, ou d'une autre nature analogue. Il est certain (art. XVII) que les couches horizontales qui ont été produites successivement par le sédiment des eaux, et qui étaient d'abord dans un état de mollesse, ont acquis de la dureté à mesure qu'elle se sont desséchées, et que ce dessèchement a produit des fentes perpendiculaires qui traversent les couches horizontales.

Il n'est pas possible de douter, après avoir vu les faits qui sont rapportés dans les articles X, XI, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII et XIX, qu'il ne soit arrivé une infinité de révolutions, de bouleversements, de changements particuliers et d'altérations sur la surface de la terre, tant par le mouvement naturel des eaux de la mer, que par l'action des pluies, des gelées, des eaux courantes, des vents, des feux souterrains, des tremblements de terre, des inondations, etc.; et que, par conséquent, la mer n'ait pu prendre successivement la place de la terre, surtout dans les premiers temps après la création, où les matières terrestres étaient beaucoup plus molles qu'elles ne le sont aujourd'hui. Il faut cependant avouer que nous ne pouvons juger que très-imparfaitement de la succession des révolutions naturelles; que nous jugeons encore moins de la suite des accidents, des changements et des altérations; que le défaut des monuments historiques nous prive de la connaissance des faits : il nous manque de l'expérience et du temps; nous ne faisons pas réflexion que ce temps qui nous manque, ne manque point à la nature : nous voulons rapporter à l'instant de notre existence les siècles passés et les âges à venir, sans considérer que cet instant, la vie humaine, étendue même autant qu'elle peut l'être par l'histoire, n'est qu'un point dans la durée, un seul fait dans l'histoire des faits de Dieu.

SUPPLÉMENT

À LA

THÉORIE DE LA TERRE.

PARTIE HYPOTHÉTIQUE.

PREMIER MÉMOIRE.

RECHERCHES SUR LE REFROIDISSEMENT DE LA TERRE ET DES PLANÈTES.

En supposant, comme tous les phénomènes paraissent l'indiquer, que la Terre ait autrefois

été dans un état de liquéfaction causée par le feu, il est démontré, par nos expériences, que si le globe était entièrement composé de fer ou de matière ferrugineuse[1], il ne se serait consolidé jusqu'au centre qu'en 4026 ans, refroidi au point de pouvoir le toucher sans se brûler en 46991 ans, et qu'il ne se serait refroidi au point de la température actuelle qu'en 100696 ans ; mais, comme la Terre, dans tout ce qui nous est connu, nous paraît être composée de matières vitrescibles et calcaires, qui se refroidissent en moins de temps que les matières ferrugineuses, il faut pour approcher de la vérité autant qu'il est possible, prendre les temps respectifs du refroidissement de ces différentes matières, tels que nous les avons trouvés par les expériences du second mémoire, et en établir le rapport avec celui du refroidissement du fer. En n'employant dans cette somme que le verre, le grès, la pierre calcaire dure, les marbres et les matières ferrugineuses, on trouvera que le globe terrestre s'est consolidé jusqu'au centre en 2905 ans environ ; qu'il s'est refroidi au point de pouvoir le toucher, en 33911 ans environ, et à la température actuelle en 74047 ans environ.

J'ai cru ne devoir pas faire entrer dans cette somme des rapports du refroidissement des matières qui composent le globe, ceux de l'or, de l'argent, du plomb, de l'étain, du zinc, de l'antimoine et du bismuth, parce que ces matières ne font, pour ainsi dire, qu'une partie infiniment petite du globe.

De même je n'ai point fait entrer les rapports du refroidissement des glaises, des ocres, des craies et des gypses, parce que ces matières n'ayant que peu ou point de dureté, et n'étant que des détriments des premières, ne doivent pas être mises au rang de celles dont le globe est principalement composé, qui, prises généralement, sont concrètes, dures et très-solides, et que j'ai cru devoir réduire aux matières vitrescibles, calcaires et ferrugineuses, dont le refroidissement, mis en somme d'après la table que j'en ai donnée[2], est à celui du fer :: 50516 : 70000 pour pouvoir les toucher, et :: 51475 : 70000 pour le point de la température actuelle. Ainsi, en partant de l'état de la liquéfaction, il a dû s'écouler 2905 ans avant que le globe de la Terre fût consolidé jusqu'au centre. De même il s'est écoulé 33911 ans avant que sa surface fût assez refroidie pour pouvoir la toucher, et 74047 ans avant que sa chaleur propre ait diminué au point de la température actuelle ; et, comme la diminution du feu ou de la très-grande chaleur se fait toujours à très-peu près en raison de l'épaisseur des corps, ou du diamètre des globes de même densité, il s'ensuit que la Lune, dont le diamètre n'est que de $\frac{3}{11}$ de celui de la Terre, aurait dû se consolider jusqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{11}$ environ, se refroidir au point de pouvoir la toucher en 9248 ans $\frac{5}{11}$ environ, et perdre assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle en 20194 ans environ, en supposant que la Lune soit composée des mêmes matières que le globe terrestre. Néanmoins, comme la densité de la Terre est à celle de la Lune :: 1000:702, et qu'à l'exception des métaux, toutes les autres matières vitrescibles ou calcaires suivent dans leur refroidissement le rapport de la densité assez exactement, nous diminuerons les temps du refroidissement de la Lune dans ce même rapport de 1000 à 702; en sorte qu'au lieu de s'être consolidée jusqu'au centre en 792 ans, on doit dire 556 ans environ pour le temps réel de sa consolidation jusqu'au centre, et 6492 ans pour son refroidissement au point de pouvoir la toucher, et enfin 14176 ans pour son refroidissement à la température actuelle de la Terre; en sorte qu'il y a 59871 ans entre le temps de son refroidissement et celui du refroidissement de la Terre, abstraction faite de la compensation qu'a dû produire sur l'une et sur l'autre la chaleur du Soleil, et la chaleur réciproque qu'elles se sont envoyée.

De même le globe de Mercure, dont le diamètre n'est que $\frac{1}{3}$ de celui de notre globe, aurait dû se consolider jusqu'au centre en 968 ans $\frac{1}{3}$; se refroidir au point de pouvoir le toucher, en 11301 ans environ, et arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 24682 ans environ, s'il était composé d'une matière semblable à celle de la Terre. Mais sa densité étant à celle de la Terre::2040:1000, il faut prolonger dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi Mercure s'est consolidé jusqu'au centre en 1976 ans $\frac{5}{10}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 23054 ans, et enfin à la température actuelle de la Terre en 50351 ans ; en sorte qu'il y a 23696 ans entre le temps de son refroidissement et celui du refroidissement de

[1] Premier et huitième Mémoires.
[2] Second Mémoire.

la Terre, abstraction faite de même de la compensation qu'a dû faire à la perte de sa chaleur propre la ebaleur du Soleil, duquel il est plus voisiu qu'aucune autre plauète.

De même le diamètre du globe de Mars n'étaut que $\frac{13}{25}$ de celui de la Terre, il aurait dû se cousolider jusqu'au centre en 1510 ans $\frac{3}{5}$ euviron, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 17634 ans environ, et arriver à eelui de la température actuelle de la Terre en 38504 ans environ, s'il était composé d'une matière semblable à celle de la Terre. Mais, sa densité étaut à celle du globe terrestre :: 730 : 1000, il faut diminuer dans la même raisou les temps de sou refroidissement. Ainsi, Mars se sera consolidé jusqu'au eeutre en 1102 ans $\frac{18}{25}$ environ, refroidi au point de pouvoir le toueher en 12873 ans, et enfiu à la température actuelle de la Terre en 28108 aus; en sorte qu'il y a 45839 ans entre les temps de sou refroidissement et celui de la Terre, abstractiou faite de la différeuce qu'a dû produire la chaleur du Soleil sur ces deux planètes.

De même le diamètre du globe de Vénus étant $\frac{17}{18}$ du diamètre de notre globe, il aurait dû se consolider jusqu'an centre en 2744 ans environ, ae refroidir au point de pouvoir le toucher en 32027 ans environ, et arriver à celui de la température actuelle de la Terre en 69933 ans, s'il était composé d'une matière semblable à celle de la Terre. Mais sa densité étant à celle du globe terrestre :: 1270 : 1000, il faut augmenter dans la même raison les temps de son refroidissement. Ainsi, Vénus ne se sera consolidée jusqu'au centre qu'entre 3484 ans $\frac{22}{25}$ environ, refroidie au point de pouvoir la toucher en 40674 ans, et enfiu à la température actuelle de la Terre en 88815 ans environ; en sorte que ce ne sera que dans 14768 ans que Vénus sera au même point de température qu'est actuellement la Terre, toujours abstraetion faite de la différente compeusation qu'a dû faire la chaleur du Soleil sur l'une et sur l'autre.

Le diamètre du globe de Saturne étant à celui de la Terre :: 9 $\frac{1}{2}$: 1, il s'ensuit que, malgré son grand éloignement du Soleil, il est encore bien plus chaud que la Terre; car, abstractiou faite de cette légère différence, causée par la moindre chaleur qu'il reçoit du Soleil, il se trouve qu'il aurait dû se consolider jusqu'au centre en 27597 ans $\frac{1}{2}$, se refroidir au point de pouvoir le toueher en 322154 ans $\frac{1}{2}$, et arriver à celui de la température aetuelle en 703446 $\frac{1}{2}$, s'il était composé d'une matière semblable à celle du globe terrestre. Mais sa densité n'étant à eelle de la Terre que :: 184 : 1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de sou refroidissement. Ainsi Saturne se sera consolidé jusqu'au centre en 5078 ans environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 59276 ans environ, et enfin à la température actuelle en 129434 ans, en sorte que ce ue sera que dans 55387 ans que Saturne sera refroidi au même point de température qu'est actuellement la Terre, abstractiou faite non-seulement de la chaleur du Soleil, mais encore de celle qu'il a dû recevoir de ses satellites et de son anneau.

De même le diamètre de Jupiter étant onze fois plus grand que celui de la Terre, il s'ensuit qu'il est encore bien plus ehaud que Saturne, parce que, d'une part il est plus gros, et que, d'autre part, il est moins éloigné du Soleil. Mais, en ne considérant que sa chaleur propre, on voit qu'il u'aurait dû se consolider jusqu'au centre qu'en 31955 ans, ne se refroidir au point de pouvoir le toucher qu'en 373021 ans, et n'arriver à celui de la température de la Terre qu'en 814514 ans, s'il était composé d'une matière semblable à celle du globe terrestre. Mais, sa densité n'étant à celle de la Terre que :: 222:1000, il faut diminuer dans la même raison les temps de sou refroidissement. Ainsi Jupiter se sera consolidé jusqu'au centre en 9331 ans $\frac{1}{2}$ environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 108922 ans, et enfiu à la température actuelle en 237838 ans, eu sorte que ce ne sera que daus 163791 ans que Jupiter sera refroidi au même point de température qu'est actuellement la Terre, abstraction faite de la compensation, tant par la chaleur du Soleil que par la chaleur de ses satellites.

Ces deux planètes, Jupiter et Saturne, quoique les plus éloignées du Soleil, doivent donc être beaucoup plus ehaudes que la Terre, qui néanmoins, à l'exception de Vénus, est, de toutes les autres planetes, celle qui est actuellement la moins froide. Mais les satellites de ces deux grosses planètes auront, comme la Lune, perdu leur chaleur propre en beaucoup moins de temps, et dans la proportion de leur diamètre et de leur densité. Il y a seulement une double compensation à faire sur cette perte de la chaleur intérieure des satellites, d'abord par

celle du Soleil, et ensuite par la chaleur de la planète principale, qui a dû, surtout dans le commencement et encore aujourd'hui, se porter sur ces satellites, et les réchauffer à l'extérieur beaucoup plus que celle du Soleil.

Dans la supposition que toutes les planètes aient été formées de la matière du Soleil, et projetées hors de cet astre dans le même temps, on peut prononcer sur l'époque de leur formation, par le temps qui s'est écoulé pour leur refroidissement. Ainsi la terre existe, comme les autres planètes, sous une forme solide et consistante à la surface, au moins depuis 74047 ans, puisque nous avons démontré qu'il faut ce même temps pour refroidir au point de la température actuelle un globe en incandescence, qui serait de la même grosseur que le globe terrestre[1] et composé des mêmes matières. Et, comme la déperdition de la chaleur, de quelque degré qu'elle soit, se fait en même raison que l'écoulement du temps, on ne peut guère douter que cette chaleur de la Terre ne fût double, il y a 37023 ans ½, de ce qu'elle est aujourd'hui, et qu'elle n'ait été triple, quadruple, centuple, etc., dans des temps plus reculés, à mesure qu'on se rapproche de la date de l'état primitif de l'incandescence générale. Sur les 74047 ans, il s'est, comme nous l'avons dit, écoulé 2905 ans avant que la masse entière de notre globe fût consolidée jusqu'au centre. L'état d'incandescence, d'abord avec flamme, et ensuite avec lumière rouge à la surface, a duré tout ce temps, après lequel la chaleur, quoique obscure, ne laissait pas d'être assez forte pour enflammer les matières combustibles, pour rejeter l'eau et la dissiper en vapeur, pour sublimer les substances volatiles, etc. Cet état de grande chaleur sans incandescence a duré 33911 ans, car nous avons démontré, par les expériences du premier mémoire, qu'il faudrait 42964 ans à un globe de fer gros comme la Terre, et chauffé jusqu'au rouge, pour se refroidir au point de pouvoir le toucher sans se brûler; et, par les expériences du second mémoire, on peut conclure que le rapport du refroidissement à ce point des principales matières qui composent le globe terrestre est à celui du refroidissement du fer :: 50516 : 70000. Or, 70000 : 50516 :: 42964 : 33911, à très-peu près. Ainsi, le globe terrestre, très-opaque aujourd'hui, a d'abord été brillant de sa propre lumière pendant 2905 ans, et ensuite sa surface n'a cessé d'être assez chaude pour brûler qu'au bout de 33911 autres années. Déduisant donc ce temps sur 74047 ans qu'a duré le refroidissement de la Terre au point de la température actuelle, il reste 40136 ans. C'est de quelques siècles après cette époque que l'on peut, dans cette hypothèse, dater la naissance de la nature organisée sur le globe de la Terre; car il est évident qu'aucun être vivant ou organisé n'a pu exister, et encore moins subsister dans un monde où la chaleur était encore si grande, qu'on ne pouvait, sans se brûler, en toucher la surface, et que, par conséquent, ce n'a été qu'après la dissipation de cette chaleur trop forte, que la Terre a pu nourir des animaux et des plantes.

La Lune, qui n'a que $\frac{3}{11}$ du diamètre de notre globe, et que nous supposons composée d'une matière dont la densité n'est à celle de la Terre que :: 702 : 1000, a dû parvenir à ce premier moment de chaleur bénigne et productive bien plus tôt que la Terre, c'est-à-dire quelque temps après les 6492 ans qui se sont écoulés avant son refroidissement, au point de pouvoir, sans se brûler, en toucher la surface.

Le globe terrestre se serait donc refroidi du point d'incandescence au point de la température actuelle en 74047 ans, supposé que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre: mais, d'une part, le soleil envoyant constamment à la terre une certaine quantité de chaleur, l'accession ou le gain de cette chaleur extérieure a dû compenser en partie la perte de sa chaleur intérieure; et, d'autre part, la lune, dont la surface, à cause de sa proximité, nous paraît aussi grande que celle du soleil, étant aussi chaude que cet astre dans le temps de l'incandescence générale, envoyait en ce moment à la terre autant de chaleur que le soleil même; ce qui fait une seconde compensation qu'on doit ajouter à la première, sans compter la chaleur envoyée dans le même temps par les cinq autres planètes, qui semble devoir ajouter encore quelque chose à cette quantité de chaleur extérieure que reçoit et qu'a reçue la terre dans les temps précédents, abstraction faite de toute compensation par la chaleur extérieure, à la perte de la chaleur propre de chaque planète; elles se seraient donc refroidies dans l'ordre suivant :

[1] Voyez le huitième Mémoire de la partie expérimentale, première partie.

	A POUVOIR EN TOUCHER LA SURFACE sans se brûler.	A LA TEMPÉRATURE actuelle de la terre.
LE GLOBE TERRESTRE.	en 33911 ans.	En 74047 ans.
LA LUNE............	en 6492 ans.	En 14176 ans.
MERCURE...........	en 23054 ans.	En 50331 ans.
VENUS.............	en 40674 ans.	En 88815 ans.
MARS..............	en 12873 ans.	En 28108 ans.
JUPITER...........	en 108922 ans.	En 237838 ans.
SATURNE...........	en 59278 ans.	En 129434 ans.

Mais on verra que ces rapports varieront par la compensation que la chaleur du soleil a faite à la perte de la chaleur propre de toutes les planètes.

Pour estimer la compensation que fait l'accession de cette chaleur extérieure, envoyée par le soleil et les planètes, à la perte de la chaleur intérieure de chaque planète en particulier, il faut commencer par évaluer la compensation que la chaleur du soleil seul a faite à la perte de la chaleur propre du globe terrestre. On a fait une estimation assez précise de la chaleur qui émane actuellement de la terre et de celle qui lui vient du soleil. On a trouvé, par des observations très-exactes, et suivies pendant plusieurs années, que cette chaleur qui émane du globe terrestre est en tout temps et en toutes saisons bien plus grande que celle qu'il reçoit du soleil. Dans nos climats, et particulièrement sous le parallèle de Paris, elle paraît être en été vingt-neuf fois, et en hiver quatre cent quatre-vingt-onze fois plus grande que la chaleur qui nous vient du Soleil[1]. Mais on tomberait dans l'erreur si l'on voulait tirer de l'un ou de l'autre de ces rapports, ou même des deux pris ensemble, le rapport réel de la chaleur propre du globe terrestre à celle qui lui vient du Soleil, parce que ces rapports ne donnent que les points de la plus grande chaleur de l'été, et de la plus petite chaleur, ou, ce qui est la même chose, du plus grand froid en hiver, et qu'on ignore tous les rapports intermédiaires des autres saisons de l'année. Néanmoins ce ne serait que de la somme de tous ces rapports, soigneusement observés chaque jour, et ensuite réunis, qu'on pourrait tirer la proportion réelle de la chaleur du globe terrestre à celle qui lui vient du soleil. Mais nous pouvons arriver plus aisément à ce même but en prenant le climat de l'équateur, qui n'est pas sujet aux mêmes inconvénients; parce que les étés, les hivers et toutes les saisons y étant à peu près égales, le rapport de la chaleur solaire à la chaleur terrestre y est constant, et toujours de $\frac{1}{50}$, non-seulement sous la ligne équatoriale, mais à cinq degrés des deux côtés de cette ligne[1]. On peut donc croire, d'après ces observations, qu'en général la chaleur de la Terre est encore aujourd'hui cinquante fois plus grande que la chaleur qui lui vient du Soleil. Cette addition ou compensation de $\frac{1}{50}$ à la perte de la chaleur propre du globe n'est pas si considérable qu'on aurait été porté à l'imaginer. Mais, à mesure que le globe se refroidira davantage, cette même chaleur du Soleil fera une plus forte compensation, et deviendra de plus en plus nécessaire au maintien de la nature vivante, comme elle a été de moins en moins utile à mesure qu'on remonte vers les premiers temps; car, en prenant 74047 ans pour date de la formation de la Terre et des planètes, il s'est écoulé peut-être plus de 35000 ans où la chaleur du Soleil était de trop pour nous, puisque la surface de notre globe était encore si chaude au bout de 33911 ans, qu'on n'aurait pu la toucher.

Pour évaluer l'effet total de cette compensation, qui est $\frac{1}{50}$ aujourd'hui, il faut chercher ce qu'elle a été précédemment, à commencer du premier moment lorsque la Terre était en incandescence; ce que nous trouverons en comparant la chaleur actuelle du globe terrestre avec celle qu'il avait dans ce temps. Or, nous savons par les expériences de Newton, corrigées dans notre premier Mémoire[2], que la chaleur du fer rouge, qui est à très-peu près égale à celle du verre en incandescence, est huit fois plus grande que la chaleur de l'eau bouillante, et vingt-quatre fois plus grande que celle du Soleil en été. Or, cette chaleur du Soleil en été, à laquelle Newton a comparé les autres chaleurs, est composée de la chaleur propre de la Terre et de celle qui lui vient du Soleil en été dans nos climats; et, comme cette dernière chaleur n'est que $\frac{1}{50}$ de la première, il s'ensuit que de $\frac{50}{50}$ ou 1, qui représente ici l'unité de la chaleur en été, il n'en appartient au Soleil que $\frac{1}{50}$, et qu'il en appartient $\frac{49}{50}$ à la Terre. Ainsi, la chaleur du fer rouge, qui a été trouvée vingt-quatre fois plus grande que ces deux chaleurs prises ensemble, doit être augmentée de $\frac{1}{50}$ dans la même raison

[1] Voyez la Table dressée par M. de Mairan, Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1765, page 143.

[1] Voyez la Table citée ci-dessus.

[2] Premier Mémoire sur les progrès de la chaleur, partie expérimentale.

qu'elle est aussi diminuée, et cette augmentation est par conséquent de $\frac{24}{30}$ ou de $\frac{4}{5}$. Nous devons donc estimer à très-peu près vingt-cinq la chaleur du fer rouge, relativement à la chaleur propre et actuelle du globe terrestre qui nous sert d'unité. On peut donc dire que, dans le temps de l'incandescence, il était vingt-cinq fois plus chaud qu'il ne l'est aujourd'hui; car nous devons regarder la chaleur du Soleil comme une quantité constante, ou qui n'a que très-peu varié depuis la formation des planètes. Ainsi, la chaleur actuelle du globe étant à celle de son état d'incandescence : : 1 : 25, et la diminution de cette chaleur s'étant faite en même raison que la succession du temps, dont l'écoulement total depuis l'incandescence est de 74047 ans, nous trouverons, en divisant 74047 par vingt-cinq, que, tous les 2962 ans environ, cette première chaleur du globe a diminué de $\frac{1}{25}$, et qu'elle continuera de diminuer de même jusqu'à ce qu'elle soit entièrement dissipée; en sorte qu'ayant été vingt-cinq il y a 74047 ans, et se trouvant aujourd'hui $\frac{25}{25}$ ou 1, elle sera dans 74047 autres années $\frac{1}{25}$ de ce qu'elle est actuellement.

Mais cette compensation par la chaleur du Soleil étant $\frac{1}{50}$ aujourd'hui, était vingt-cinq fois plus petite dans le temps que la chaleur du globe était vingt-cinq fois plus grande. Multipliant donc $\frac{1}{50}$ par $\frac{1}{25}$, la compensation dans l'état d'incandescence n'était que de $\frac{1}{1250}$. Et, comme la chaleur primitive du globe a diminué de $\frac{1}{25}$ tous les 2962 ans, on doit en conclure que dans les derniers 2962 ans, la compensation étant $\frac{1}{50}$, et dans les premiers 2962 ans étant $\frac{1}{1250}$, dont la somme est $\frac{26}{1250}$, la compensation des temps suivants et antécédents, c'est-à-dire pendant les 2962 ans précédant les derniers, et pendant les 2962 suivant les premiers, a toujours été égale à $\frac{26}{1250}$; d'où il résulte que la compensation totale pendant les 74047 ans, est $\frac{26}{1250}$ multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de 2962 ans, ce qui donne $\frac{325}{1250}$ ou $\frac{13}{50}$. C'est là toute la compensation que la chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre du globe terrestre. Cette perte depuis le commencement jusqu'à la fin des 74047 ans étant vingt-cinq, elle est à la compensation totale comme le temps total de la période est au temps du prolongement du refroidissement pendant cette période de 74047 ans. On aura donc 25 : $\frac{13}{50}$ :: 74047 : 770 ans environ. Ainsi, au lieu de 74047 ans, on doit dire qu'il y a 74817 ans que la Terre a commencé de recevoir la chaleur du Soleil et de perdre la sienne.

Le feu du Soleil, qui nous paraît si considérable, n'ayant compensé la perte de la chaleur propre de notre globe que de $\frac{13}{50}$ sur 25, depuis le premier temps de sa formation, l'on voit évidemment que la compensation qu'a pu produire la chaleur envoyée par la Lune et par les autres planètes à la Terre est si petite, qu'on pourrait la négliger, sans craindre de se tromper de plus de dix ans sur le prolongement des 74817 ans qui se sont écoulés pour le refroidissement de la Terre à la température actuelle. Mais, comme dans un sujet de cette espèce on peut désirer que tout soit démontré, nous ferons la recherche de la compensation qu'a pu produire la chaleur de la Lune à la perte de la chaleur du globe de la Terre.

La Lune se serait refroidie au point de pouvoir en toucher la surface en 6492 ans, et au point de la température actuelle de la Terre en 14176 ans, en supposant que la Terre se fût elle-même refroidie à ce point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74817 ans environ, la Lune n'a pu se refroidir de même qu'en 14323 ans environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Ainsi, sa chaleur était, à la fin de cette période de 14323 ans, vingt-cinq fois plus petite que dans le temps de l'incandescence, et l'on aura en divisant 14323 par 25, 533 ans environ; en sorte que tous les 533 ans, cette première chaleur de la Lune a diminué de $\frac{1}{25}$, et qu'étant d'abord 25, elle s'est trouvée $\frac{25}{25}$ ou 1 au bout de 14323 ans, et de $\frac{1}{25}$ au bout de 14323 autres années; d'où l'on peut conclure que la Lune, après 28646 ans, aurait été aussi refroidie que la Terre le sera dans 74817 ans, si rien n'eût compensé la perte de la chaleur propre de cette planète.

Mais la Lune n'a pu envoyer à la Terre une chaleur un peu considérable que pendant le temps qu'a duré son incandescence et son état de chaleur, jusqu'au degré de la température actuelle de La Terre; et elle serait en effet arrivée à ce point de refroidissement en 14323 ans, si rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais nous démontrerons tout à l'heure que, pendant cette période de 14323 ans, la chaleur du Soleil a compensé la perte de la chaleur de la Lune, assez pour prolonger le temps

de son refroidissement de 149 ans, et nous démontrerons de même que la chaleur envoyée par la Terre à la Lune, pendant cette même période de 14323 ans, a prolongé son refroidissement de 1937 ans. Ainsi, la période réelle du temps du refroidissement de la Lune, depuis l'incandescence jusqu'à la température actuelle de la Terre, doit être augmentée de 2086 ans, et se trouve être de 16409 ans, au lieu de 14323 ans.

Supposant donc la chaleur qu'elle nous envoyait, dans le temps de son incandescence, égale à celle qui nous vient du Soleil, parce que ces deux astres nous présentent chacun une surface à peu près égale, on verra que cette chaleur envoyée par la Lune, étant, comme celle du Soleil $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, ne faisait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{1}{1250}$ à la perte de la chaleur intérieure de notre globe, parce qu'il était lui-même en incandescence, et qu'alors sa chaleur propre était vingt-cinq fois plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui. Or, au bout de 16409 ans, la Lune étant refroidie au même point de température que l'est actuellement la Terre, la chaleur que cette planète lui envoyait dans ce temps n'aurait pu faire qu'une compensation vingt-cinq fois plus petite que la première, c'est-à-dire de $\frac{1}{31250}$, si le globe terrestre eût conservé son état d'incandescence; mais, sa première chaleur ayant diminué de $\frac{1}{25}$ tous les 2962 ans, elle n'était plus que de 19 $\frac{1}{2}$ environ au bout de 16409 ans. Ainsi la compensation que faisait alors la chaleur de la Lune, au lieu de n'être que de $\frac{1}{31250}$, était de $\frac{\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$. En ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps, c'est-à-dire $\frac{1}{1250}$ avec $\frac{\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$ on aura $\frac{25\frac{19\frac{1}{2}}{25}}{31250}$ pour la somme de ces deux compensations, qui étant mutipliée par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{309\frac{3}{4}}{31250}$ pour la compensation totale qu'a faite le chaleur envoyée par la Lune à la Terre pendant les 16409 ans. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{309\frac{3}{4}}{31250}$ :: 16409 : 6 $\frac{82}{125}$ environ. Ainsi, la chaleur que la Lune a envoyée sur le globe terrestre pendant 16409 ans, c'est-à-dire depuis l'état de son incandescence jusqu'à celui où elle avait une chaleur égale à la température actuelle de la Terre, n'a prolongé le refroidissement de notre globe que de 6 ans $\frac{1}{2}$ environ, qui, étant ajoutés aux 74817 ans que nous avons trouvés précédemment, font en tout 74823 ans $\frac{1}{2}$ environ, qu'on doit encore augmenter de 8 ans, parce que nous n'avons compté que 74047 ans, au lieu de 74817, pour le temps du refroidissement de la Terre, et que 74047 ans : 770 : : 770 : 8 ans environ; et, par conséquent, on peut réellement assigner 74831 $\frac{1}{2}$ ou 74832 ans, à très-peu près, pour le temps précis qui s'est écoulé depuis l'incandescence de la Terre jusqu'à son refroidissement à la température actuelle.

On voit, par cette évaluation de la chaleur que la Lune a envoyée sur la Terre, combien est encore plus petite la compensation que la chaleur des cinq autres planètes a pu faire à la perte de la chaleur intérieure de notre globe. Ces cinq planètes, prises ensemble, ne présentent pas à nos yeux une étendue de surface à beaucoup près aussi grande que celle de la Lune seule; et, quoique l'incandescence des deux grosses planètes ait duré bien plus longtemps que celle de la Lune, et que leur chaleur subsiste encore aujourd'hui à un très-haut degré, leur éloignement de nous est si grand, qu'elles n'ont pu prolonger le refroidissement de notre globe que d'une si petite quantité de temps, qu'on peut la regarder comme nulle, et qu'on doit s'en tenir aux 74832 ans que nous avons déterminés pour le temps réel du refroidissement de la Terre à la température actuelle.

Maintenant il faut évaluer, comme nous l'avons fait pour la Terre, la compensation que la chaleur du Soleil a faite à la perte de la chaleur propre de la Lune, et aussi la compensation que la chaleur du globe terrestre a pu faire à la perte de cette même chaleur de la Lune, et démontrer, comme nous l'avons avancé, qu'on doit ajouter 2086 à la période de 14323 ans, pendant laquelle elle aurait perdu sa chaleur propre jusqu'au point de la température actuelle de la Terre, si rien n'eût compensé cette perte.

En faisant donc, sur la chaleur du Soleil, le même raisonnement pour la Lune que nous avons fait pour la Terre, on verra qu'au bout de 14323 ans la chaleur du Soleil sur la Lune n'était que comme sur la Terre $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre de cette planète, parce que sa distance au Soleil et celle de la Terre au même astre sont

à très-peu près les mêmes. Dès lors sa chaleur dans le temps de l'incandescence ayant été vingt-cinq fois plus grande, il s'ensuit que tous les 533 ans cette première chaleur a diminué de $\frac{1}{25}$, en sorte qu'étant d'abord 25, elle n'était au bout de 14323 ans que $\frac{25}{25}$ ou 1. Or, la compensation que faisait la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune étant $\frac{1}{50}$ au bout de 14323 ans, et $\frac{1}{1250}$ dans le temps de son incandescence, on aura, en ajoutant ces deux termes $\frac{26}{1250}$, lesquels multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{13}{50}$ pour la compensation totale pendant cette première période de 14323 ans. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{13}{50}$: : 14323 : 149 ans environ; d'où l'on voit que le prolongement du temps pour le refroidissement de la Lune par la chaleur du Soleil a été de 149 ans pendant cette première période de 14323 ans, ce qui fait en tout 14472 ans pour le temps du refroidissement, y compris le prolongement qu'a produit la chaleur du Soleil.

Mais on doit en effet prolonger encore le temps du refroidissement de cette planète, parce que l'on est assuré, même par les phénomènes actuels, que la Terre lui envoie une grande quantité de lumière, et en même temps quelque chaleur. Cette couleur terne, qui se voit sur la surface de la Lune quand elle n'est pas éclairée du Soleil, et à laquelle les astronomes ont donné le nom de *lumière cendrée*, n'est, à la vérité, que la réflexion de la lumière solaire que la Terre lui envoie. Mais il faut que la quantité en soit bien considérable, pour qu'après une double réflexion elle soit encore sensible à nos yeux d'une distance aussi grande. En effet, cette lumière est près de seize fois plus grande que la quantité de lumière qui nous est envoyée par la pleine Lune, puisque la surface de la Terre est pour la Lune près de seize fois plus étendue que la surface de cette planète ne l'est pour nous.

Pour me donner l'idée nette d'une lumière seize fois plus forte que celle de la Lune, j'ai fait tomber dans un lieu obscur, au moyen des miroirs d'Archimède, trente-deux images de la pleine Lune, réunies sur les mêmes objets : la lumière de ces trente-deux images était seize fois plus forte que la lumière simple de la Lune; car nous avons démontré, par les expériences du sixième mémoire, que la lumière en général ne perd qu'environ moitié par la réflexion sur une surface bien polie. Or, cette lumière des trente-deux images de la lune m'a paru éclairer les objets autant et plus que celle du jour, lorsque le ciel est couvert de nuages : il n'y a donc point de nuit pour la face de la Lune qui nous regarde, tant que le Soleil éclaire la face de la Terre qui la regarde elle-même.

Mais cette lumière n'est pas la seule émanation bénigne que la Lune ait reçue et reçoive de la Terre. Dans le commencement des temps, le globe terrestre était pour cette planète un second Soleil plus ardent que le premier : comme sa distance à la Terre n'est que de quatre-vingt-cinq mille lieues, et que la distance du Soleil est d'environ trente-trois millions, la Terre faisait alors sur la Lune un feu bien supérieur à celui du Soleil. Nous ferons aisément l'estimation de cet effet, en considérant que la Terre présente à la Lune une surface environ seize fois plus grande que le Soleil, et, par conséquent, le globe terrestre, dans son état d'incandescence, était pour la Lune un astre seize fois plus grand que le Soleil [1]. Or, nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune, pendant 14323 ans, a été de $\frac{13}{50}$, et le prolongement du refroidissement, de 149 ans; mais la chaleur envoyée par la Terre en incandescence étant seize fois plus grande que celle du Soleil, la compensation qu'elle a faite alors était donc $\frac{16}{1250}$, parce

[1] On peut encore présenter d'une autre manière, qui paraîtra peut-être plus claire, les raisonnements et les calculs ci-dessus. On sait que le diamètre du Soleil est à celui de la Terre : : 107 : 1, leurs surfaces : : 11449 : 1, et leurs volumes : : 1225043 : 1.

Le Soleil, qui est à peu près éloigné de la Terre et de la Lune également, leur envoie à chacune une certaine quantité de chaleur, laquelle, comme celle de tous les corps chauds, est en raison de la surface et non pas du volume. Supposant donc que le Soleil divisé en 1225043 petits globes, chacun gros comme la Terre, la chaleur que chacun de ces petits globes enverrait à la Lune serait à celle que le Soleil lui envoie comme la surface d'un de ces petits globes est à la surface du Soleil, c'est-à-dire :: 1 : 11449. Mais, en mettant ce petit globe de feu à la place de la terre, il est évident que la chaleur sera augmentée dans la même raison que l'espace aura diminué. Or, la distance du Soleil et celle de la Terre à la Lune sont entre elles : : 7200 : 17, dont les quarrés sont : : 51840000 : 189. Donc la chaleur que le petit globe de feu placé à quatre-vingt-cinq mille lieues de distance de la Lune lui enverrait, serait à celle qu'il lui envoyait auparavant :: 179577 : 1. Mais nous avons vu que la surface de ce petit globe n'était à celle du Soleil que : : 1 : 11449; ainsi, la quantité de chaleur que sa surface enverrait vers la Lune est onze mille quatre cent quarante-neuf fois plus petite que celle du Soleil. Divisant donc 179577 par 11449, il se trouve que cette chaleur envoyée par la Terre en incandescence à la Lune était 48 [illegible], c'est-à-dire environ seize fois plus forte que celle du Soleil.

que la Lune était elle-même en incandescence, et que sa chaleur propre était vingt-cinq fois plus grande qu'elle n'était au bout des 14323 ans : néanmoins la chaleur de notre globe ayant diminué de 25 à 20 $\frac{4}{7}$ environ depuis son incandescence jusqu'à ce même terme de 14323 ans, il s'ensuit que la chaleur envoyée par la Terre à la Lune dans ce temps n'aurait fait compensation que de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ si la Lune eût conservé son état d'incandescence; mais sa première chaleur ayant diminué pendant les 14323 ans de 25, la compensation que faisait alors la chaleur de la Terre, au lieu de n'être que de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$, a été de $\frac{12\frac{22}{25}}{1250}$ multipliés par 25, c'est-à-dire de $\frac{322}{1250}$. En ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette période de 14323 ans; savoir, $\frac{16}{1250}$ et $\frac{322}{1250}$, on aura $\frac{338}{1250}$ pour la somme de ces deux termes de compensation, qui, étant multipliée par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{4225}{1250}$ ou 3 $\frac{19}{50}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Terre à la Lune pendant les 14323 ans; et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 3 $\frac{19}{50}$ :: 14323 : 1937 ans environ. Ainsi, la chaleur de la Terre a prolongé de 1937 ans le refroidissement de la Lune, pendant la première période 14323 ans; et la chaleur du Soleil l'ayant aussi prolongé de 149 ans, la période du temps réel qui s'est écoulé depuis l'incandescence jusqu'au refroidissement de la Lune à la température actuelle de la Terre, est de 16409 ans environ.

Voyons maintenant combien la chaleur du Soleil et celle de la Terre ont compensé la perte de la chaleur propre de la Lune dans la période suivante, c'est-à-dire pendant les 14323 ans qui se sont écoulés depuis la fin de la première période, où sa chaleur aurait été égale à la température actuelle de la Terre, si rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre.

La compensation par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de la Lune était $\frac{1}{50}$ au commencement, et $\frac{25}{50}$ à la fin de cette seconde période. La somme de ces deux termes est de $\frac{26}{50}$, qui, étant multipliée par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{325}{50}$ ou 6 $\frac{1}{2}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant la seconde période de 14323 ans. Mais la Lune ayant perdu, pendant ce temps, 25 de sa chaleur propre, et la perte de la chaleur propre étant à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 6 $\frac{1}{2}$ :: 14323 : 3724 ans. Ainsi, le prolongement du temps pour le refroidissement de la Lune par la chaleur du Soleil, ayant été de 149 ans dans la première période, a été de 3728 ans pour la seconde période de 14323 ans.

Et à l'égard de la compensation produite par la chaleur de la Terre pendant cette même seconde période de 14323 ans, nous avons vu qu'au commencement de cette seconde période la chaleur propre du globe terrestre étant de 20 $\frac{4}{7}$, la compensation qu'elle a faite alors a été de $\frac{322\frac{2}{7}}{1250}$. Or, la chaleur de la Terre ayant diminué pendant cette seconde période de 20 $\frac{4}{7}$ à 15 $\frac{5}{7}$, la compensation n'eût été que de $\frac{244\frac{13}{18}}{1250}$ environ à la fin de cette periode, si la Lune eût conservé le degré de la chaleur qu'elle avait au commencement de cette même période; mais, comme sa chaleur propre a diminué de $\frac{25}{25}$ à $\frac{1}{25}$ pendant cette seconde période, la compensation produite par la chaleur de la Terre, au lieu de n'être que $\frac{244\frac{13}{18}}{1250}$ a été de $\frac{6144\frac{13}{18}}{1250}$ à la fin de cette seconde période; ajoutant les deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette seconde période, c'est-à-dire $\frac{322\frac{2}{7}}{1250}$ et $\frac{6144\frac{13}{18}}{1250}$, on aura $\frac{6488\frac{5}{7}}{1250}$, qui, étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{80125}{1250}$ ou 64 $\frac{1}{5}$ environ, pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par la Terre à la Lune dans cette seconde période. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 64 $\frac{1}{5}$ :: 14323 : 38057 ans environ. Ainsi, le prolongement du refroidissement de la Lune par la chaleur de la Terre, qui a été de 1937 ans pendant la première période, se trouve de 38057 ans environ pour la seconde période de 14323.

A l'égard du moment où la chaleur envoyée par le Soleil à la Lune a été égale à sa chaleur propre, il ne s'est trouvé ni dans la première ni dans la seconde période de 14323 ans, mais dans la troisième précisément, au second terme de cette troisième période, qui, multiplié par 572 $\frac{23}{25}$,

donne 1145 $\frac{21}{25}$, lesquels, ajoutés aux 28646 années de deux périodes, font 29791 ans $\frac{21}{25}$. Ainsi, c'est dans l'année 29792 de la formation des planètes que l'accession de la chaleur du Soleil a commencé à égaler et ensuite surpasser la déperdition de la chaleur propre de la Lune.

Le refroidissement de cette planète a donc été prolongé pendant la première période : 1° de 149 ans par la chaleur du Soleil ; 2° de 1937 ans par la chaleur de la Terre ; et, dans la seconde période, le refroidissement de la Lune a été prolongé, 3° de 3724 ans par la chaleur du Soleil ; et 4° de 38057 ans par la chaleur de la Terre. En ajoutant ces quatre termes, on aura 43867 ans, qui, étant joints aux 28646 ans des deux périodes, font en tout 72513 ans. D'où l'on voit que ça été dans l'année 72513, c'est-à-dire il y a 2318 ans que la Lune a été refroidie au point de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle du globe de la Terre.

La plus grande chaleur que nous ayons comparée à celle du Soleil ou de la Terre est la chaleur du fer rouge ; et nous avons trouvé que cette chaleur extrême n'est néanmoins que vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle du globe de la Terre ; en sorte que notre globe, lorsqu'il était en incandescence, ayant 25 de chaleur, n'en a plus que la vingt-cinquième partie, c'est-à-dire $\frac{25}{25}$ ou 1 ; et, en supposant la première période de 74047 ans, on doit conclure que, dans une seconde période semblable de 74047 ans, cette chaleur ne sera plus que $\frac{1}{25}$ de ce qu'elle était à la fin de la première période, c'est-à-dire il y a 785 ans. Nous regarderons le terme $\frac{1}{25}$ comme celui de la plus petite chaleur, de la même façon que nous avons pris 25, comme celui de la plus forte chaleur dont un corps solide puisse être pénétré. Cependant ceci ne doit s'entendre que relativement à notre propre nature et à celle des êtres organisés : car cette chaleur $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre est encore double de celle qui nous vient du Soleil, ce qui fait une chaleur considérable, et qui ne peut être regardée comme très-petite que relativement à celle qui est nécessaire au maintien de la nature vivante ; car il est démontré, même par ce que nous venons d'exposer, que si la chaleur actuelle de la Terre était vingt-cinq fois plus petite qu'elle ne l'est, toutes les matières fluides du globe seraient gelées, et que ni l'eau, ni la sève, ni le sang, ne pourraient circuler ; et c'est par cette raison que j'ai regardé le terme $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe comme le point de la plus petite chaleur, relativement à la nature organisée, puisque, de la même manière qu'elle ne peut naître dans le feu, ni exister dans la très-grande chaleur, elle ne peut de même subsister sans chaleur ou dans une trop petite chaleur. Nous tâcherons d'indiquer plus précisément les termes de froid et de chaud où les êtres vivants cesseraient d'exister : mais il faut voir auparavant comment se fera le progrès du refroidissement du globe terrestre jusqu'à ce point $\frac{1}{25}$ de sa chaleur actuelle.

Nous avons deux périodes de temps, chacune de 74047 ans, dont la première est écoulée, et a été prolongée de 785 ans par l'accession de la chaleur du Soleil et de celle de la Lune. Dans cette première période, la chaleur propre de la Terre s'est réduite de 25 à 1 ; et, dans la seconde période, elle se réduira de 1 à $\frac{1}{25}$. Or nous n'avons à considérer dans cette seconde période que la compensation de la chaleur du Soleil ; car on voit que la chaleur de la Lune est depuis longtemps si faible, qu'elle ne peut en envoyer à la Terre qu'une si petite quantité, qu'on doit la regarder comme nulle. Or, la compensation par la chaleur du Soleil étant $\frac{1}{50}$ à la fin de la première période de la chaleur propre de la Terre, sera par conséquent $\frac{25}{50}$ à la fin de la seconde période de 74047 ans. D'où il résulte que la compensation totale que produira la chaleur du Soleil pendant cette seconde période sera $\frac{325}{50}$ ou 6 $\frac{1}{2}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 6 $\frac{1}{2}$ :: 74047 : 19252 environ. Ainsi, la chaleur du Soleil, qui a prolongé le refroidissement de la Terre de 770 ans pour la première période, le prolongera pour la seconde de 19252 ans.

Et le moment où la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de la Terre ne se trouvera pas encore dans cette seconde période, mais au second terme d'une troisième période de 74047 ans ; et, comme chaque terme de ces périodes est de 2962 ans, en les multipliant par 2, on a 5924 ans, lesquels ajoutés aux 148094 ans des deux premières périodes, il se trouve que ce ne sera que dans l'année 154018 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée du Soleil à la Terre sera égale à sa chaleur propre.

Le refroidissement du globe terrestre a donc été prolongé de 776 ans $\frac{1}{2}$ pour la première pé-

riode, tant par la chaleur du Soleil que par celle de la Lune, et il sera encore prolongé de 19252 ans par la chaleur du Soleil pour la seconde période de 74047 ans. Ajoutant ces deux termes aux 148094 ans des deux périodes, on voit que ce ne sera que dans l'année 168123 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 93291 ans, que la Terre sera refroidie au point de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle, tandis que la Lune l'a été dans l'année 72514, c'est-à-dire il y a 2318 ans, et l'aurait été bien plus tôt si elle ne tirait, comme la Terre, des secours de chaleur que du Soleil, et si celle que lui a envoyée la Terre n'avait pas retardé son refroidissement beaucoup plus que celle du Soleil.

Recherchons maintenant quelle a été la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre des cinq autres planètes.

Nous avons vu que Mercure, dont le diamètre n'est que $\frac{2}{5}$ de celui du globe terrestre, se serait refroidi au point de notre température actuelle en 50351 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Mercure n'a pu se refroidir de même qu'en 50884 ans $\frac{5}{7}$ environ, et cela en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au Soleil étant à celle de la Terre au même astre :: 4 : 10, il s'ensuit que la chaleur qu'il reçoit du Soleil, en comparaison de celle que reçoit la Terre, est :: 100 : 16, ou :: $6\frac{1}{4}$: 1. Dès lors la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil lorsque cette planète était à la température actuelle de la Terre, au lieu de n'être que $\frac{1}{50}$, était $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$; et, dans le temps de son incandescence, c'est-à-dire 50884 ans $\frac{5}{7}$ auparavant, cette compensation n'était que $\frac{6\frac{1}{4}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{6\frac{1}{4}}{8}$ et $\frac{6\frac{1}{4}}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{162\frac{1}{2}}{1250}$, qui, étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{2031\frac{1}{4}}{1250}$ ou 1 $\frac{781\frac{1}{4}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période de 50884 ans $\frac{5}{7}$. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 1 $\frac{781\frac{1}{4}}{1250}$ :: 50884 $\frac{5}{7}$: 3307 ans $\frac{1}{2}$ environ. Ainsi, le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidissement de Mercure a été de 3307 ans $\frac{1}{2}$ pour la première période de 50884 ans $\frac{5}{7}$. D'où l'on voit que ç'a été dans l'année 54192 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 20640 ans, que Mercure jouissait de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Mais dans la seconde période, la compensation était au commencement $\frac{6\frac{1}{4}}{50}$, et à la fin $\frac{156\frac{1}{4}}{50}$, on aura, en ajoutant ces temps, $\frac{162\frac{1}{2}}{50}$, qui, étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{2031\frac{1}{4}}{50}$ ou 40 $\frac{5}{8}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil dans cette seconde période. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 40 $\frac{5}{8}$ :: 50884 $\frac{5}{7}$: 82688 ans environ. Ainsi, le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé et prolongera celui du refroidissement de Mercure, ayant été de 3307 ans $\frac{1}{2}$ dans la première période, sera pour la seconde de 82688 ans.

Le moment où la chaleur du Soleil s'est trouvée égale à la chaleur propre de cette planète est au huitième terme de cette seconde période, qui, multiplié par 2035 $\frac{2}{54}$ environ, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 16283 ans environ, lesquels, étant ajoutés aux 50884 ans $\frac{5}{7}$ de la période, on voit que ç'a été dans l'année 67167 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil a commencé de surpasser la chaleur propre de Mercure.

Le refroidissement de cette planète a donc été prolongé de 3307 ans $\frac{1}{2}$ pendant la première période de 50884 ans $\frac{1}{2}$, et sera prolongé de même par la chaleur du Soleil de 82688 ans pour la seconde période. Ajoutant ces deux nombres d'années à celui des deux périodes, on aura 187765 ans environ: d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 187765 de la formation des planètes que Mercure sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Vénus, dont le diamètre est $\frac{17}{18}$ de celui de la Terre, se serait refroidie au point de notre température actuelle en 88815 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74832 ans, Vénus n'a pu se refroidir de

même qu'en 89757 ans environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au Soleil étant à celle de la Terre au même astre comme 7 sont à 10, il s'ensuit que la chaleur que Vénus reçoit du Soleil, en comparaison de celle que reçoit la Terre, est :: 100 : 49. Dès lors la compensation que fera la chaleur du Soleil lorsque cette planète sera à la température actuelle de la Terre, au lieu de n'être que $\frac{1}{50}$, sera $\frac{2\frac{2}{49}}{50}$; et, dans le temps de son incandescence, cette compensation n'a été que de $\frac{2\frac{2}{49}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette première période de 89757 ans, on aura $\frac{52\frac{2}{49}}{1250}$, qui, étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{636\frac{1}{2}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite et que fera la chaleur du Soleil pendant cette première période de 89757 ans. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{626\frac{1}{2}}{1250}$ :: 89757 : 1885 ans $\frac{1}{2}$ environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de cette planète par la chaleur du Soleil sera de 1885 ans $\frac{1}{2}$ environ, pendant cette première période de 89757 ans, d'où l'on voit que ce sera dans l'année 91643 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 16811 ans, que cette planète jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Dans la seconde période, la composition étant au commencement $\frac{2\frac{2}{49}}{50}$, et à la fin $\frac{50\frac{1}{2}}{50}$, on aura en ajoutant ces termes, $\frac{52\frac{1}{2}}{50}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{656\frac{1}{2}}{50}$ ou 13 $\frac{13}{100}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant cette seconde période. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 13 $\frac{13}{100}$ :: 89757 : 47140 ans $\frac{9}{25}$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidissement de Vénus, étant pour la première période de 1885 ans $\frac{1}{2}$, sera pour la seconde de 47140 ans $\frac{9}{25}$ environ.

Le moment où la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de cette planète se trouve au 24 $\frac{76}{101}$, terme de l'écoulement du temps de cette seconde période, qui, multiplié par 3590 $\frac{7}{25}$ environ, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 89757 ans, donne 86167 ans $\frac{7}{25}$ environ, lesquels étant ajoutés aux 89757 ans de la période, on voit que ce ne sera que dans l'année 175924 de la formation des planètes que la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de Vénus.

Le refroidissement de cette planète sera donc prolongé de 1885 ans $\frac{1}{2}$, pendant la première période de 89757 ans, et sera prolongé de même de 47140 ans $\frac{9}{25}$ dans la seconde période. En ajoutant ces deux nombres d'années à celui des deux périodes, qui est de 179514 ans, on voit que ce ne sera que dans l'année 228540 de la formation des planètes que Vénus sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Mars, dont le diamètre est $\frac{13}{25}$ de celui de la Terre, se serait refroidi au point de notre température actuelle en 28108 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point qu'en 74832 ans, Mars n'a pu se refroidir qu'en 28406 ans environ, en supposant encore que rien n'eût compensé la perte de sa chaleur propre. Mais sa distance au Soleil étant à celle de la Terre au même astre :: 15 : 10, il s'ensuit que la chaleur qu'il reçoit du Soleil, en comparaison de celle que reçoit la Terre, est :: 100 : 225, ou :: 4 : 9. Dès lors la compensation qu'a faite la chaleur du Soleil, lorsque cette planète était à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, n'était que $\frac{\frac{4}{9}}{50}$, et, dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'était que $\frac{\frac{4}{9}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette première période de 28406 ans, on aura $\frac{\frac{404}{9}}{1250}$, qui, étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donne $\frac{\frac{1300}{9}}{1250}$ ou $\frac{144\frac{4}{9}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{144\frac{4}{9}}{1250}$ :: 28406 : 131 $\frac{3}{10}$ environ. Ainsi, le temps dont la chaleur du Soleil a prolongé le refroidissement de Mars a été d'environ 131 ans $\frac{3}{10}$, pour la première période de 28406 ans. D'ou l'on voit que ça été

dans l'année 28538 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 46294 ans, que Mars était à la température actuelle de la Terre.

Mais, dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{\frac{4}{9}}{50}$, et à la fin $\frac{\frac{100}{9}}{50}$, on aura, en ajoutant ces termes $\frac{\frac{104}{9}}{50}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{9}}{50}$ ou $\frac{144\frac{4}{9}}{50}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant cette seconde période. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{144\frac{4}{9}}{50}$ :: 28406 : 3382 ans $\frac{19}{125}$ environ. Ainsi, le temps dont la chaleur du Soleil a plongé le refroidissement de Mars dans la première période, ayant été de 131 ans $\frac{3}{10}$, sera dans la seconde de 3382 ans $\frac{39}{125}$.

Le moment où la chaleur du Soleil s'est trouvée égale à la chaleur propre de cette planète, est au 12 $\frac{1}{2}$, terme de l'écoulement du temps dans cette seconde période, qui multiplié par 1136 $\frac{6}{25}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes, donne 14203 ans, lesquels étant ajoutés aux 28406 ans de la première période, on voit que ç'a été dans l'année 42609 de la formation des planètes, que la chaleur du Soleil a été égale à la chaleur propre de cette planète, et que depuis ce temps elle l'a toujours surpassée.

Le refroidissement de Mars a donc été prolongé, par la chaleur du Soleil, de 131 ans $\frac{3}{10}$ pendant la première période, et l'a été dans la seconde période de 3382 ans $\frac{39}{125}$. Ajoutant ces deux termes à la somme des deux périodes, on aura 60325 ans $\frac{19}{500}$ environ. D'où l'on voit que ç'a été dans l'année 60326 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 14506 ans, que Mars a été refroidi à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre.

Jupiter, dont le diamètre est onze fois plus grand que celui de la Terre, et sa distance au Soleil :: 52 : 10, ne se refroidira au point de la Terre, qu'en 237838 ans, abstraction faite de toute compensation que la chaleur du Soleil et celle de ses satellites ont pu et pourront faire à la perte de sa chaleur propre, et surtout en supposant que la Terre se fût refroidie au point de la température actuelle en 74047 ans ; mais, comme elle ne s'est réellement refroidie à ce point, qu'en 74832 ans, Jupiter ne pourra se refroidir au même point, qu'en 240358 ans. Et en ne considérant d'abord que la compensation faite par la chaleur du Soleil sur cette grosse planète, nous verrons que la chaleur qu'elle reçoit du Soleil est à celle qu'en reçoit la Terre :: 100 : 2704, ou :: 52 : 676. Dès lors la compensation que fera la chaleur du Soleil lorsque Jupiter sera refroidi à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, ne sera que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$; et dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$. En ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps de cette première période de 240358 ans, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\,[\text{illegible}]}{1250}$ pour la compensation totale que fera la chaleur du Soleil, pendant cette première période de 240358 ans. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\,[\text{illegible}]}{1250}$ :: 240358 : 93 ans environ. Ainsi, le temps dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidissement du Jupiter ne sera que de 93 ans pour la première période de 240358 ans ; d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 240451 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 165619 ans, que le globe de Jupiter sera refroidi au point de la température actuelle du globe de la Terre.

Dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, sera à la fin $\frac{\frac{625}{676}}{50}$. En ajoutant ces deux termes, on aura $\frac{\frac{650}{676}}{50}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{50}$ ou $\frac{12\,[\text{illegible}]}{50}$ pour la compensation totale par la chaleur du Soleil pendant cette seconde période. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\,[\text{illegible}]}{50}$ :: 240358 : 2311 ans environ. Ainsi, le temps dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidissement de Jupiter n'étant que de 93 ans dans la première période, sera de 2311 pour la seconde période de 240358 ans.

Le moment où la chaleur du Soleil se trou-

vera égale à la chaleur propre de cette planète est si éloigné, qu'il n'arrivera pas dans cette seconde période, ni même dans la troisième, quoiqu'elles soient chacune de 240358 ans; en sorte qu'au bout de 721074 ans, la chaleur propre de Jupiter sera encore plus grande que celle qu'il reçoit du Soleil.

Car, dans la troisième période, la compensation étant au commencement $\frac{\frac{625}{676}}{50}$; elle sera à la fin de cette même troisième période $\frac{[illegible]}{50}$, ce qui démontre qu'à la fin de cette troisième période, où la chaleur de Jupiter ne sera que $\frac{1}{625}$ de la chaleur actuelle de la Terre, elle sera néanmoins de près de moitié plus forte que celle du Soleil; en sorte que ce ne sera que dans la quatrième période, que le moment entre l'égalité de la chaleur du Soleil et celle de la chaleur propre de Jupiter se trouvera au $2\frac{102}{625}$, terme de l'écoulement du temps dans cette quatrième période, qui, multiplié par $9614\frac{4}{25}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 240358 ans, donne 19228 ans $\frac{4}{5}$ environ, lesquels ajoutés aux 721074 ans des trois périodes précédentes, font en tout 740302 ans $\frac{4}{5}$; d'où l'on voit que ce ne sera que dans ce temps prodigieusement éloigné, que la chaleur du Soleil sur Jupiter se trouvera égale à sa chaleur propre.

Le refroidissement de cette grosse planète sera donc prolongé, par la chaleur du Soleil, de 93 ans pour la première période, et de 2311 ans pour la seconde. Ajoutant ces deux nombres d'années aux 480716 des deux premières périodes, on aura 483120 ans; d'où il résulte que ce ne sera que dans l'année 483121 de la formation des planètes, que Jupiter pourra être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la Terre.

Saturne, dont le diamètre est à celui du globe terrestre :: $9\frac{1}{3}$: t, et dont la distance au Soleil est à celle de la Terre au même astre, aussi :: $9\frac{1}{2}$: 1, perdrait de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la Terre, en 129434 ans, dans la supposition que la Terre se fût refroidie à ce même point en 74047 ans. Mais comme elle ne s'est réellement refroidie à la température actuelle qu'en 74832 ans, Saturne ne se refroidira qu'en 130806 ans, en supposant encore que rien ne compenserait la perte de sa chaleur propre. Mais la chaleur du Soleil, quoique très-faible à cause de son grand éloignement, la chaleur de ses satellites, celle de son anneau, et même celle de Jupiter, duquel il n'est qu'à une distance médiocre, en comparaison de son éloignement du Soleil, ont dû faire quelque compensation à la perte de sa chaleur propre, et par conséquent prolonger un peu le temps de son refroidissement.

Nous ne considérerons d'abord que la compensation qu'a dû faire la chaleur du Soleil. Cette chaleur que reçoit Saturne est à celle que reçoit la Terre :: 100 : 9025, ou :: 4 : 361. Dès lors la compensation que fera la chaleur du Soleil lorsque cette planète sera refroidie à la température actuelle de la Terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$, ne sera que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$; et, dans les temps de l'incandescence, cette compensation n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes, on aura $\frac{\frac{404}{361}}{1250}$, qui, multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{4500}{361}}{1250}$ ou $\frac{5\frac{[illegible]}{[illegible]}}{1250}$ pour la compensation totale que fera la chaleur du Soleil dans les 130806 ans de la première période. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{5\frac{[illegible]}{[illegible]}}{1250}$ :: 130806 : 15 ans environ. Ainsi la chaleur du Soleil ne prolongera le refroidissement de Saturne que de 15 ans pendant cette première période de 130806 ans : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 130821 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 55989 ans, que cette planète pourra être refroidie au point de la température actuelle de la Terre.

Dans la seconde période, la compensation par la chaleur envoyée du Soleil, étant au commencement $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, sera, à la fin de cette même période, $\frac{\frac{400}{361}}{50}$. Ajoutant ces deux termes de compensation du premier et du dernier temps par la chaleur du Soleil dans cette seconde période, on aura $\frac{\frac{404}{361}}{50}$, qui, multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{4500}{361}}{50}$ ou $\frac{5\frac{[illegible]}{[illegible]}}{50}$ pour la compensation totale que fera la chaleur du Soleil pendant cette seconde période. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{5\frac{[illegible]}{[illegible]}}{50}$ :: 130806 : 377 ans environ. Ainsi, le temps dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidissement de Saturne, étant de t5 ans pour la première pé-

riode, sera de 377 ans pour la seconde. Ajoutant ensemble les 15 ans et les 377 ans, dont la chaleur du Soleil prolongera le refroidissement de Saturne pendant les deux périodes de 130806 ans, on verra que ce ne sera que dans l'année 262020 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 187188 ans, que cette planète pourra être refroidie à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la Terre.

Dans la troisième période, le premier terme de la compensation par la chaleur du Soleil étant $\frac{\frac{400}{364}}{50}$ au commencement, et à la fin $\frac{\frac{2505}{364}}{50}$ ou $\frac{6\frac{[illegible]}{[illegible]}}{50}$, on voit que ce ne sera pas encore dans cette troisième période qu'arrivera le moment où la chaleur du Soleil sera égale à la chaleur propre de cette planète, quoiqu'à la fin de cette troisième période elle aura perdu de sa chaleur propre, au point d'être refroidie à $\frac{1}{625}$ de la température actuelle de la Terre. Mais ce moment se trouvera au septième terme $\frac{11}{50}$ de la quatrième période, qui, multiplié par 5232 ans $\frac{8}{25}$, nombre des années de chaque terme de ces périodes de 130806 ans, donne 37776 ans $\frac{19}{25}$, lesquels étant ajoutés aux trois premières périodes, dont la somme est 392418 ans, font 430194 ans $\frac{19}{25}$. D'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 430195 de la formation des planètes, que la chaleur du Soleil se trouvera égale à la chaleur propre de Saturne.

Les périodes des temps du refroidissement de la Terre et des planètes sont donc dans l'ordre suivant :

REFROIDIES À LA TEMPÉRAT. ACTUELLE.		REFROIDIES À $\frac{1}{25}$ de la Températ. actuelle.
LA TERRE	en 74832 ans.	En 168123 ans.
LA LUNE	en 16409 ans.	En 72513 ans.
MERCURE	en 54192 ans.	En 187765 ans.
VÉNUS	en 91645 ans.	En 228540 ans.
MARS	en 28538 ans.	En 60526 ans.
JUPITER	en 240431 ans.	En 483121 ans.
SATURNE	en 130824 ans.	En 262020 ans.

On voit, en jetant un coup d'œil sur ces rapports, que, dans notre hypothèse, la Lune et Mars sont actuellement les planètes les plus froides; que Saturne, et surtout Jupiter, sont les plus chaudes; que Vénus est encore bien plus chaude que la Terre; et que Mercure, qui a commencé depuis longtemps à jouir d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la Terre, est encore actuellement et sera pour longtemps au degré de chaleur qui est nécessaire pour le maintien de la nature vivante, tandis que la Lune et Mars sont gelés depuis longtemps, et par conséquent impropres, depuis ce même temps, à l'existence des êtres organisés.

Je ne peux quitter ces grands objets sans rechercher encore ce qui s'est passé et se passera dans les satellites de Jupiter et de Saturne, relativement au temps du refroidissement de chacun en particulier. Les astronomes ne sont pas absolument d'accord sur la grandeur relative de ces satellites : et, pour ne parler d'abord que de ceux de Jupiter, Whiston a prétendu que le troisième de ses satellites était le plus grand de tous, et il l'a estimé de la même grosseur à peu près que le globe terrestre; ensuite il dit que le premier est un peu plus gros que Mars, le second un peu plus grand que Mercure, et que le quatrième n'est guère plus grand que la Lune. Mais notre plus illustre astronome (Dominique Cassini) a jugé au contraire que le quatrième satellite était le plus grand de tous [1]. Plusieurs causes concourent à cette incertitude sur la grandeur des satellites de Jupiter et de Saturne : j'en indiquerai quelques-uns dans la suite, mais je me dispenserai d'en faire ici l'énumération et la discussion, ce qui m'éloignerait trop de mon sujet : je me contenterai de dire qu'il me paraît plus que probable que les satellites les plus éloignés de leur planète principale sont réellement les plus grands, de la même manière que les planètes les plus éloignées du Soleil sont aussi les plus grosses. Or, les distances des quatre satellites de Jupiter, à commencer par le plus voisin, qu'on appelle le premier, sont, à très-peu près, comme 5 $\frac{2}{3}$, 9, 14 $\frac{1}{5}$, 25 $\frac{1}{4}$; et leur grandeur n'étant pas encore bien déterminée, nous supposerons, d'après l'analogie dont nous venons de parler, que le plus voisin ou le premier n'est que de la grandeur de la Lune, le second de celle de Mercure, le troisième de celle du grandeur de Mars, et le quatrième de celle du globe de la Terre; et nous allons rechercher combien le bénéfice de la chaleur de Jupiter a compensé la perte de leur chaleur propre.

Pour cela, nous regarderons comme égale la chaleur envoyée par le Soleil à Jupiter et à ses satellites, parce qu'en effet leurs distances à cet astre de feu sont à très-peu près les mêmes. Nous supposerons aussi comme chose très-plausible,

[1] Voyez l'Astronomie de M. De la Lande, art. 2381.

que la densité de satellites de Jupiter est égale à celle de Jupiter même [1].

Cela posé, nous verrons que le premier satellite, grand comme la Lune, c'est-à-dire qui n'a que $\frac{3}{11}$ du diamètre de la Terre, se serait consolidé jusqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{11}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 9248 ans $\frac{5}{11}$, et au point de la température actuelle de la Terre en 20194 ans $\frac{7}{11}$, si la densité de ce satellite n'était pas différente de celle de la Terre; mais, comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter ou de ses satellites :: 1000 : 292, il s'ensuit que le temps employé à la consolidation jusqu'au centre et au refroidissement doit être diminué dans la même raison, en sorte que ce satellite se sera consolidé en 231 ans $\frac{43}{125}$, refroidi au point d'en pouvoir toucher la surface en 2690 ans $\frac{2}{5}$, et qu'enfin il aurait perdu assez de sa chaleur propre pour être refroidi à la température actuelle de la Terre en 5897 ans, si rien n'eût compensé cette perte de sa chaleur propre. Il est vrai qu'à cause du grand éloignement du Soleil, la chaleur envoyée par cet astre sur les satellites ne pourrait faire qu'une très-légère compensation, telle que nous l'avons vue sur Jupiter même. Mais la chaleur que Jupiter envoyait à ses satellites était prodigieusement grande, surtout dans les premiers temps, et il est très-nécessaire d'en faire ici l'évaluation.

Commençant par celle du Soleil, nous verrons que cette chaleur envoyée du Soleil étant en raison inverse du carré des distances, la compensation qu'elle a faite, dans le temps de l'incandescence, n'était que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période de 5897 ans, cette compensation n'était que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette première période de 5897 ans, on aura $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{678}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{1}{52}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant cette première période. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\frac{1}{52}}{1250}$ :: 5897 : 2 ans $\frac{4}{15}$. Ainsi, le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du Soleil pendant cette première période de 5897 ans n'a été que de deux ans quatre-vingt-dix-sept jours.

Mais la chaleur de Jupiter, qui était 25 dans le temps de l'incandescence, n'avait diminué, au bout de la période de 5897 ans, que de $\frac{14}{25}$ environ, et elle était encore alors 24 $\frac{9}{25}$; et, comme ce satellite n'est éloigné de sa planète principale que de 5 $\frac{3}{5}$ demi-diamètres de Jupiter, ou de 62 $\frac{1}{2}$ demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire de 89292 lieues, tandis que sa distance au Soleil est de 171 millions 600 mille lieues, la chaleur envoyée par Jupiter à son premier satellite aurait été à la chaleur envoyée par le Soleil à ce même satellite comme le carré de 171600000 est au carré 89292, si la surface que Jupiter présente à ce satellite était égale à la surface que lui présente le Soleil : mais la surface de Jupiter, qui n'est dans le réel que $\frac{121}{11449}$ de celle du Soleil, paraît néanmoins à ce satellite plus grande que ne lui paraît celle de cet astre dans le rapport inverse du carré des distances; on aura donc $(89291)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 39032\frac{1}{2}$ environ. Donc la surface que présente Jupiter à ce satellite étant 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grande que celle que lui présente le Soleil, cette grosse planète, dans le temps de l'incandescence, était, pour son premier satellite un astre de feu 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grand que le Soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du Soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'était que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 5897 ans il se serait refroidi à la température actuelle de la terre par la déperdition de sa chaleur propre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation, par la chaleur du Soleil, n'a été que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$: il faut donc multiplier ces deux termes de compensation par 39032 $\frac{1}{2}$, et l'on aura $\frac{1443\frac{1}{2}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Jupiter, dès le commencement de cette période, dans le temps de l'incandescence, et $\frac{1443\frac{1}{2}}{50}$ pour la compensation que Jupiter aurait faite à la fin de cette même période de 5897 ans, s'il eût conservé son état d'incandescence. Mais, comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 24 $\frac{9}{25}$ pendant cette même période, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{1443\frac{1}{2}}{50}$ n'a été

[1] Quand même on se refuserait à cette supposition de l'égalité de densité de Jupiter et de ses satellites, cela ne changerait rien à ma théorie, et les résultats du calcul seraient seulement un peu différents; mais le calcul lui-même ne serait pas plus difficile à faire.

que $\frac{1408\,[illegible]}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{1408\,[illegible]}{50}$ et $\frac{1443\frac{1}{2}}{1250}$ de la compensatioa dans le premier et le deraier temps de la période, on a $\frac{86652\,[illegible]}{1250}$, lesquels, multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{458155\,[illegible]}{1250}$ ou $366\frac{1}{2}$ environ, pour la compensatioa totale qu'a faite la chaleur de Jupiter à la perte de la chaleur propre de sou premier satellite pendant cette première période de 5897 ans. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroissement, on aura $25 : 366\frac{1}{2} :: 5897 : 86450$ ans $\frac{4}{50}$. Ainsi, le temps, dout la chaleur eavoyée par Jupiter à soa premier satellite a prolongé son refroidissement pendant cette première période, est de 86450 ans $\frac{4}{50}$; et le temps dont la chaleur du soleil a aussi prolongé le refroidissemeat de ce satellite pendant cette même période de 5897 ans, n'ayant été que de deux ans quatre-viagt-dix-sept jours, il se trouve que le temps du refroidissement de ce satellite a été prolongé d'environ 86452 ans $\frac{1}{2}$ au delà des 5897 ans de la période : d'où l'ou voit que ce ne sera que dans l'année 92350 de la formatioa des planètes, c'est-à-dire dans 17518 aas, que le premier satellite de Japiter pourra être refroidi au polut de la température actuelle de la terre.

Le momeat où la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite était égale à sa chaleur propre s'est trouvé dans le temps de l'incandescence, et même auparavant, si la chose eût été possible; car, cette masse énorme de feu qui était 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus grande que le soleil pour ce satellite, lui envoyait, dès le temps de l'incandescence de tous deux, une chaleur plus forte que la sienne propre, puisqu'elle était $1443\frac{1}{2}$, tandis que celle du satellite a'était que 1250 : ainsi ç'a été de tout temps que la chaleur de Jupiter, sur son premier satellite, a sarpassé la perte de sa chaienr propre.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite ayant toujours été fort au-dessous de la chaleur envoyée par Jupiter, on doit évalaer autrement la température du satellite, en sorte que l'estimation que nons veuons de faire du prolongement da refroidissemeat, et que nous avoas troavée être de 86452 ans $\frac{1}{2}$, doit être encore augmentée de beaucoup : car, dès le temps de l'incandescence, la chaleur extérieure envoyée par Jupiter était plus grande que la chaleur propre du satellite dans la raisou de $1443\frac{1}{2}$ à 1250; et, à la fia de la première période de 5897 ans, cette chaleur envoyée par Jupiter était plus grande que la chaleur propre du satellite dans la raison de 1408 à 50, ou de 140 à 5 à peu près. Et de même, à la fiu de la seconde période, la chaleur envoyée par Jupiter était à la chaleur propre du satellite :: 3433 : 5. Ainsi, la chaleur propre du satellite, dès la fin de la première période, peut être regardée comme si petite, en comparaisoa de la chaleur envoyée par Jupiter, qu'on doit tirer le temps du refroidissement de ce satellite presque uniquement de celui du refroidissement de Jupiter,

Or, Jupiter ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, 39032 fois $\frac{1}{2}$ plus de chaleur que le soleil, lui envoyait encore, au bout de la première période de 5897 ans, une chaleur 38082 fois $\frac{4}{25}$ plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avait diminué que de 25 à $24\frac{9}{25}$; et, au bout d'une seconde période de 5897 aus, c'est-à-dire après la déperdition de la chaleur propre du satellite, au polat extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre, Jupiter euvoyait encore à ce satellite une chaleur 37131 fois $\frac{3}{4}$ plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avait encore diminué que de $24\frac{9}{25}$ à $23\frac{18}{25}$; ensuite, après uae troisième période de 5897 ans, où la chaleur propre du satellite doit être regardée comme absolument nulle, Jupiter lui envoyait eacore une chaleur 36182 fois plus grande que celle du soleil.

En snivant la même marche, oa trouvera que la chaleur de Jupiter, qui d'abord était 25, et qui décroît coastammeat de $\frac{14}{25}$ par chaque période de 5897 ans, dimiaue par coaséquent sur ce satellite de 950 pendant chacune de ces périodes; de sorte qu'après $37\frac{3}{5}$ périodes, cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais, comme la chaleur du soleil sar Jupiter et sur ses satellites est à peu près à celle du soleil sur la terre :: 1 : 27, et que la chaleur du globe terrestre est 50 fois plus grande que celle qu'il reçoit actuellemeat du soleil; il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 de chaleur ci-dessus pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre : et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle

du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 37 $\frac{2}{3}$ périodes de 5897 ans chacune, c'est-à-dire au bout de 222120 ans $\frac{1}{3}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que, quoiqu'il ne lui restera rien alors de sa chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre, dans cette année 222120 $\frac{1}{3}$ de la formation des planètes.

Et de la même manière que cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera prodigieusement le refroidissement de ce satellite à la température actuelle de la terre, elle le prolongera de même pendant trente-sept autres périodes $\frac{2}{3}$, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la terre : en sorte que ce ne sera que dans l'année 444240 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différents temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'aurait fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$; et qu'à la fin de la première période, qui est de 5897 ans, cette même chaleur du soleil aurait fait un compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil aurait en effet été de 2 ans $\frac{4}{15}$. Mais la chaleur envoyée par Jupiter dès le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 1443 $\frac{1}{3}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{2795\frac{5}{6}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui aurait été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considérait que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 1408 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter était encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1458}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{2795\frac{5}{6}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{1458}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{406083}{676}}{4038400}$ ou $\frac{456\ldots}{4038400}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{1960\ldots}{4038400}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 27 : $\frac{1961\frac{1}{2}}{4038400}$ :: 5897 : $\frac{11547948\frac{1}{2}}{400960000}$ ou :: 5897 ans : 41 jours $\frac{7}{10}$. Ainsi, le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 2 ans 97 jours, n'a réellement été que de 41 jours $\frac{7}{10}$.

On trouverait de la même manière les temps du prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, pendant la seconde période, et pendant les périodes suivantes ; mais il est plus facile et plus court de l'évaluer en totalité de la manière suivante :

La compensation par la chaleur du soleil, dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{25}{676}}{2795\frac{5}{6}}$, sera à la fin de 37 $\frac{2}{3}$ périodes $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 37 $\frac{2}{3}$ périodes, que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{2795\frac{5}{6}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 37 $\frac{2}{3}$ périodes, on a $\frac{\frac{71027}{676}}{159675}$ ou $\frac{105\ldots}{159675}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{1313\ldots}{159675}$ ou $\frac{13}{4596}$ environ pour la compensation totale par la chaleur du soleil, pendant les 37 $\frac{2}{3}$ périodes de 5897 ans chacune. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{13}{4596}$ :: 222120 $\frac{1}{3}$: 82 ans $\frac{37}{50}$ environ. Ainsi dans le prolongement total que fera la chaleur du soleil, ne sera que de 82 ans $\frac{37}{50}$ qu'il faut ajouter aux 222120 ans $\frac{1}{3}$. D'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 222203 de la formation des planètes, que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre, et qu'il faudra le double du temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 444406 de la formation des planètes qu'il pourra être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre.

Faisant le même calcul pour le second satellite, que nous avons supposé grand comme Mercure, nous verrons qu'il aurait dû se consolider jusqu'au centre en 1342 ans, perdre de sa chaleur propre en 11303 ans $\frac{1}{3}$ au point de pouvoir le toucher, et se refroidir par la même déperdition de sa chaleur propre, au point de la température actuelle de la terre en 24682 ans $\frac{1}{3}$, si sa densité était égale à celle de la terre : mais, comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter ou de ses satellites :: 1000 : 292, il s'ensuit que ce second satellite, dont le diamètre est $\frac{1}{3}$ de celui de la terre, se serait réellement consolidé jusqu'au centre en 282 ans environ, refroidi au point de pouvoir le toucher en 3300 ans $\frac{17}{25}$, et à la température actuelle de la terre en 7283 ans $\frac{16}{25}$, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par la chaleur que le soleil, et plus encore par celle que Jupiter ont envoyées à ce satellite. Or, l'action de la chaleur du soleil sur ce satellite étant en raison inverse du carré des distances, la compensation que cette chaleur du soleil a faite à la perte de la chaleur propre du satellite était, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{23}{676}}{1250}$, et $\frac{\frac{23}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{23}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{23}{676}}{50}$ de la compensation dans le premier et le dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{[illegible]}{[illegible]}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\frac{[illegible]}{[illegible]}}{25}$ :: 7283 ans $\frac{16}{25}$: 2 ans 252 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil, pendant cette première période, n'a été que de 2 ans 252 jours.

Mais, la chaleur de Jupiter, qui, dans le temps de l'incandescence, était 25, avait diminué au bout de 7283 ans $\frac{16}{25}$ de $\frac{19}{25}$ environ, et elle était encore alors 24 $\frac{4}{25}$. Et, comme ce satellite n'est éloigné de Jupiter que de 9 demi-diamètres de Jupiter, ou 99 demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire de 141817 lieues $\frac{1}{2}$, et qu'il est éloigné du soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite aurait été :: $(171600000)^2$: $(141817\frac{1}{2})^2$, si la surface que présente Jupiter à ce satellite était égale à la surface que lui présente le soleil. Mais la surface de Jupiter, qui, dans le réel, n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du soleil, paraît néanmoins plus grande à ce satellite, dans la raison inverse du carré des distances ; on aura donc $(141817\frac{1}{2})^2$: $(171600000)^2$ :: $\frac{121}{11449}$: 15473 $\frac{2}{3}$ environ. Donc la surface que Jupiter présente à ce satellite est 15473 fois $\frac{2}{3}$ plus grande que celle que lui présente le soleil. Ainsi Jupiter, dans le temps de l'incandescence, était, pour ce satellite, un astre de feu 15473 fois $\frac{2}{3}$ plus étendu que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil, à la perte de la chaleur propre de ce satellite, n'était que $\frac{\frac{23}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 7283 ans $\frac{16}{25}$, il se serait refroidi à la température actuelle de la Terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'étant que $\frac{\frac{23}{676}}{1250}$: on aura donc 15473 $\frac{2}{3}$, multipliés par $\frac{\frac{23}{676}}{1250}$ ou $\frac{572\frac{[illegible]}{[illegible]}}{1250}$, pour la compensation qu'a faite la chaleur de Jupiter sur ce satellite dans le commencement de cette première période, et $\frac{572\frac{[illegible]}{[illegible]}}{50}$ pour la compensation qu'elle aurait faite à la fin de cette même période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, si Jupiter eût conservé son état d'incandescence. Mais, comme sa chaleur propre a diminué pendant cette période de 25 à 24 $\frac{4}{25}$, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{572\frac{[illegible]}{[illegible]}}{50}$, n'a été que de $\frac{552\frac{4}{5}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{553\frac{1}{5}}{50}$ et $\frac{572\frac{[illegible]}{[illegible]}}{1250}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette première période, on a $\frac{14405\frac{4}{5}}{1250}$ environ, lesquels, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{180068\frac{4}{5}}{1250}$ ou 144 $\frac{7}{25}$ environ, pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter pendant cette première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 144 $\frac{7}{25}$: 7283 $\frac{16}{25}$: 42044 $\frac{18}{125}$. Ainsi le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite a été de 42044 ans 52 jours, tandis que la chaleur du soleil ne l'a prolongé que de 2 ans 252 jours : d'où l'on voit, en ajoutant ces deux temps à celui de la période de 7283 ans 233 jours,

que ç'a été dans l'année 4933t de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 25501 ans, que ce second satellite de Jupiter a pu être refroidi au point de la température actuelle de la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter a été égale à la chaleur propre de ce satellite s'est trouvé au 2 $\frac{4}{24}$, terme environ de l'écoulement du temps de cette première période de 7283 ans 233 jours, qui, multipliés par 29t ans t26 jours, nombre des années de chaque terme de cette période, donnent 638 ans 67 jours. Ainsi, ç'a été dès l'année 639 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Jupiter a son second satellite s'est trouvée égale à sa chaleur propre.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a toujours été au-dessons de celle que lui envoyait Jupiter dès l'année 639 de la formation des planètes : on doit donc évaluer, comme nous l'avons fait pour le premier satellite, la température dont il a joui et dont il jouira pour la suite.

Or, Jupiter ayant d'abord envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 15473 fois $\frac{2}{5}$ plus grande que celle du soleil, lui envoyait encore à la fin de la première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, une chaleur 14960 fois $\frac{21}{50}$ plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avait encore diminué que de 25 à 24 $\frac{4}{25}$. Et, au bout d'une seconde période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, c'est-à-dire après la déperdition de la chaleur propre du satellite, jusqu'au poiut extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre, Jupiter envoyait encore à ce satellite une chaleur t4447 fois plus grande que celle du Soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avait encore diminué que de 24$\frac{4}{25}$ à 23$\frac{5}{25}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter, qui d'abord était 25, et qui décroît constamment de $\frac{19}{25}$ par chaque période de 7282 ans $\frac{16}{25}$, diminue par conséquent sur ce satellite de 5t3 à peu près pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 27$\frac{1}{2}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore t350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais, comme la chaleur du soleil sur Jupiter et sur ses satellites est à celle du Soleil sur la terre à peu près :: 1 : 27, et que la chaleur de la Terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit actuellement du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 26 $\frac{1}{2}$ périodes de 7283 ans $\frac{16}{25}$ chacune, c'est-à-dire au bout de t93016 ans $\frac{41}{25}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que, n'ayant plus de chaleur propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre dans l'année t930t7 de la formation des planètes.

Et, de même que cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera de beaucoup le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, elle le prolongera de même, pendant 26 autres périodes $\frac{1}{2}$ pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 386034 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite et fera à la diminution de la température du satellite. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'aurait fait compensation, dans le temps de l'incandesceuce, que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période de 7283 ans $\frac{16}{25}$, cette même chaleur du soleil aurait fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil aurait été de 2 ans $\frac{2}{5}$. Mais, la chaleur envoyée par Jupiter, dès le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: 572 $\frac{170}{846}$: t250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison, en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{4822\frac{19}{74}}$ au commencement de cette période. Et de même cette compensation, qui aurait été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, en ne considérant que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la même raison de 553 $\frac{1}{5}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter était encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que

$\frac{\frac{25}{676}}{605\frac{1}{2}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{[illegible]}{[illegible]}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{605\frac{1}{2}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{60630\frac{1}{2}}{676}}{1098625}$ ou $\frac{89\frac{1}{2}}{1098625}$, qui, multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{1120\frac{1}{2}}{1098625}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période. Et comme la perte de la chaleur est à la compensation en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{1120\frac{1}{2}}{1098625} :: 7283\frac{16}{25} : \frac{8163545\frac{[illegible]}{[illegible]}}{27465625}$ ou :: 7283 ans $\frac{16}{25}$: 108 jours $\frac{4}{5}$, au lieu de 2 ans $\frac{2}{3}$ que nous avions trouvés par la première évaluation.

Et, pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil, pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{[illegible]}{[illegible]}}$ sera, à la fin de $26\frac{1}{2}$ périodes, de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces $26\frac{1}{2}$ périodes que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1822\frac{[illegible]}{[illegible]}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces $26\frac{1}{2}$ périodes, on a $\frac{\frac{46806\frac{1}{2}}{676}}{91142\frac{1}{2}}$ ou $\frac{69\frac{[illegible]}{[illegible]}}{91142\frac{1}{2}}$, qui, multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{863\frac{1}{2}}{91142\frac{1}{2}}$ ou $\frac{43}{4555}$ environ, pour la compensation totale par la chaleur du soleil, pendant les 26 periodes $\frac{1}{2}$ de 7283 ans $\frac{16}{25}$. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de sa période est au prolongement du temps du refroidissement, on aura $25 : \frac{43}{4555} :: 193016\frac{11}{25} : 72\frac{22}{25}$. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil ne sera que de 72 ans $\frac{22}{25}$, qu'il faut ajouter aux 193016 ans $\frac{11}{25}$; d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 193090 de la formation des planètes que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 386180 de la formation des planètes qu'il pourra être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Faisant les mêmes raisonnements pour le troisième satellite de Jupiter, que nous avons supposé grand comme Mars, c'est-à-dire de $\frac{13}{25}$ du diamètre de la terre, et qui est à $14\frac{1}{5}$ demi-diamètres de Jupiter, ou $156\frac{2}{5}$ demi-diamètres terrestres, c'est-à-dire à 225857 lieues de distance de sa planète principale, nous verrons que ce satellite se serait consolidé jusqu'au centre, en 1490 ans $\frac{2}{5}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 16633 ans $\frac{18}{25}$, et au point de la température actuelle de la terre en 38504 ans $\frac{11}{25}$, si la densité de ce satellite était égale à celle de la terre; mais, comme la densité du globe terrestre est à celle de Jupiter et de ses satellites :: 1000 : 291, il faut diminuer en même raison les temps de la consolidation et du refroidissement. Ainsi, ce troisième satellite se sera consolidé jusqu'au centre en 435 ans $\frac{51}{200}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 5149 ans $\frac{11}{200}$, et il aurait perdu assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la terre en 11243 ans $\frac{7}{25}$ environ, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par l'accession de la chaleur du soleil, et surtout par celle de la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite. Or, la chaleur envoyée par le soleil étant en raison inverse du carré des distances, la compensation qu'elle faisait à la perte de la chaleur propre du satellite était, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui, multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{88}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{[illegible]}{[illegible]}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant le temps de cette première période. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{12\frac{[illegible]}{[illegible]}}{1250} :: 11243\frac{7}{25} : 4\frac{1}{8}$ environ. Ainsi, le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil, pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, aurait été de 4 ans 116 jours.

Mais la chaleur de Jupiter qui, dans le temps de l'incandescence était 25, avait diminué pendant cette première période de 25 à $23\frac{5}{6}$ envi-

ron ; et, comme ce satellite est éloigné de Jupiter de 225857 lieues, et qu'il est éloigné du soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite aurait été à la chaleur envoyée par le soleil comme le carré de 171600000 est au carré de 225857, si la surface que présente Jupiter à ce satellite était égale à la snrface que lui présente le soleil. Mais la surface de Jupiter, qui, dans le réel, n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du soleil, paraît néanmoins plus grande à ce satellite dans le rapport inverse du carré des distances ; on aura donc $(225857)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 6101$ environ. Donc la surface que présente Jupiter à son troisième satellite étant 6101 fois plus grande que la surface que lui présente le soleil, Jupiter, dans le temps de l'incandescence, était pour ce satellite un astre de feu 6101 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'était que $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 11243 ans $\frac{7}{25}$ il se serait refroidi à la température actuelle de la terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$. Il faut donc multiplier par 6101 chacun de ces deux termes de compensation, et l'on aura pour le premier $\frac{225[illegible]}{1250}$ et pour le second $\frac{225[illegible]}{50}$; et cette dernière compensation de la fin de la période serait exacte si Jupiter eût conservé son état d'incandescence pendant tout le temps de cette même période de 11243 ans $\frac{7}{25}$. Mais, comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 23 $\frac{5}{6}$ pendant cette période, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{225[illegible]}{50}$, n'a été que de $\frac{215[illegible]}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{215[illegible]}{50}$ et $\frac{225[illegible]}{1250}$ de la compensation du premier et du dernier temps dans cette première période, on a $\frac{5679[illegible]}{1250}$ environ, lesquels étant multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{70998}{1250}$ ou 56 $\frac{18}{19}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Jupiter sur son troisième satellite pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : 56\frac{18}{19} :: 11243\frac{7}{25} : 25340$. Ainsi, le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, a été de 25340 ans ; et, par conséquent, en y ajoutant le prolongement par la chaleur du soleil, qui est de 4 ans 116 jours, on a 25344 ans 116 jours pour le prolongement total du refroidissement ; ce qui, étant ajouté au temps de la période, donne 36787 ans 218 jours ; d'où l'on voit que ç'a été dans l'année 36588 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 38244 ans, que ce satellite jouissait de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite était égale à sa chaleur propre, s'est trouvé au 5 $\frac{355}{677}$, terme de l'écoulement du temps de cette première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, qui, étant multiplié par 449 $\frac{3}{4}$, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 2490 ans environ. Ainsi ç'a été dès l'année 2490 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Jupiter à son troisième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce satellite.

Dès lors on voit que cette chaleur propre du satellite a été au-dessous de celle que lui envoyait Jupiter dès l'année 2490 de la formation des planètes ; et en évaluant comme nous avons fait pour les deux premiers satellites, la température dont celui-ci doit jouir, on trouve que Jupiter ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 6101 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyait encore, à la fin de la première période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, une chaleur 5816 $\frac{45}{150}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avait diminué que de 25 à 23 $\frac{5}{6}$; et au bout d'une seconde période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire après la déperdition de la chaleur propre du satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{7}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre, Jupiter envoyait encore à ce satellite une chaleur 5531 $\frac{86}{150}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avait encore diminué que de 23 $\frac{5}{6}$ à 22 $\frac{4}{6}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter, qui d'abord était 25, et qui décroît constamment de $\frac{1}{6}$ par chaque période de 11243 ans $\frac{7}{25}$, diminue par conséquent sur ce satellite de 284 $\frac{107}{150}$ pendant chacune de ces périodes ; en sorte qu'après 15 $\frac{2}{3}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais, comme la chaleur du soleil sur Jupiter et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre, à peu près :: 1 : 27, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit actuellement du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chalenr égale à celle qne le soleil envoie snr la terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il en résulte qu'au bout de 15 $\frac{2}{3}$ périodes, chacune de 11243 ans $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire au bout de 176144 $\frac{14}{15}$, la chaleur que Jupiter enverra à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que, n'ayant plus de chalenr propre, il jouira néanmoins d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre dans l'année 176145 de la formation des planètes.

Et, comme cette chaleur envoyée par Jupiter prolongera de beaucoup le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, elle le prolongera de même pendant 15 $\frac{2}{3}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 352290 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différents temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chalenr propre du satellite, cette chaleur du Soleil n'aurait fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$; et qu'à la fin de la première période, qui est de 11243 ans $\frac{7}{25}$, cette même chaleur du soleil aurait fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil aurait en effet été de 4 ans $\frac{1}{5}$. Mais la chaleur envoyée par Jupiter, dès le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: 225 $\frac{475}{676}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{4}{5}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui aurait été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considérait que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 218 $\frac{11}{15}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter était encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{50}{676}}{268\frac{11}{15}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{4}{5}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{268\frac{11}{15}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{43396}{676}}{395754\frac{2}{3}}$ ou $\frac{55\frac{1}{2}}{395754\frac{2}{3}}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{806\frac{1}{4}}{395754\frac{2}{3}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{806\frac{1}{4}}{395754\frac{2}{3}}$ :: 11243 $\frac{7}{25}$: $\frac{9061669\frac{1}{2}}{9893864}$, ou :: 11243 ans $\frac{7}{25}$: 334 jours environ, au lieu de 4 ans $\frac{1}{5}$ que nous avions trouvés par la première évaluation.

Et, pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil, dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{4}{5}}$, sera, à la fin de 15 $\frac{2}{3}$ périodes, de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 15 $\frac{2}{3}$ périodes, que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1475\frac{4}{5}}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 15 $\frac{2}{3}$ périodes, on a $\frac{\frac{38141\frac{1}{2}}{676}}{73782\frac{1}{2}}$ ou $\frac{56\frac{1}{2}}{73782\frac{1}{2}}$ qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{705\frac{5}{8}}{73782\frac{1}{2}}$ ou $\frac{55}{5649}$ environ pour la compensation totale par la chaleur du soleil, pendant les 15 $\frac{2}{3}$ périodes de 11243 ans chacune. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{55}{5649}$ :: 176144 $\frac{14}{15}$: 66 $\frac{21}{25}$. Ainsi, le prolongement total que fera la chaleur du soleil ne sera que de 66 ans $\frac{21}{25}$, qu'il

faut ajouter aux 176144 ans $\frac{11}{13}$; d'ou l'on voit que ce ne sera que dans l'année 176212 de la formation des planètes, que ce satellite jouira en effet de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 352424 de la formation des planètes que sa température sera 25 fois plus froide que la température actuelle de la terre.

Faisant le même calcul sur le quatrième satellite de Jupiter, que nous avons supposé grand comme la terre, nous verrons qu'il aurait dû se consolider jusqu'au centre en 2905 ans, se refroidir au point de pouvoir le toucher en 33911 ans, et perdre assez de sa chaleur propre pour arriver au point de la température actuelle de la terre en 74047 ans, si sa densité était la même que celle du globe terrestre ; mais, comme la densité de Jupiter et de ses satellites est à celle de la terre :: 292 : 1000, les temps de la consolidation et du refroidissement par la déperdition de la chaleur propre doivent être diminués dans la même raison. Ainsi, ce satellite ne s'est consolidé jusqu'au centre qu'en 848 ans $\frac{1}{4}$, refroidi au point de pouvoir le toucher en 9902 ans : et enfin il aurait perdu assez de sa chaleur propre, pour arriver au point de la température actuelle de la terre, en 21621 ans, si la perte de sa chaleur propre n'eût pas été compensée par la chaleur envoyée par le soleil et par Jupiter. Or, la chaleur envoyée par le soleil à ce satellite étant en raison inverse du carré des distances, la compensation produite par cette chaleur, était, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette première période de 21621 ans. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ de la compensation du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{650}{676}}{1250}$, qui multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{8125}{676}}{1250}$ ou $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 21621 ans. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{12\frac{13}{676}}{1250}$ :: 21621 : 8 $\frac{3}{10}$. Ainsi, le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil a été de 8 ans $\frac{3}{10}$ pour cette première période.

Mais la chaleur de Jupiter, qui, dans le temps de l'incandescence, était 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la terre, avait diminué au bout des 21621 ans, de 25 à 22 $\frac{3}{4}$; et, comme ce satellite est éloigné de Jupiter de 277 $\frac{3}{4}$ demi-diamètres terrestres, ou de 397877 lieues, tandis qu'il est éloigné du soleil de 171 millions 600 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Jupiter à ce satellite aurait été à la chaleur envoyée par le soleil comme le carré de 171600000 est au carré de 397877, si la surface que Jupiter présente à son quatrième satellite était égale à la surface que lui présente le soleil. Mais la surface de Jupiter, qui, dans le réel, n'est que $\frac{121}{11449}$ de celle du soleil, paraît néanmoins à ce satellite bien plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du carré des distances; on aura donc $(397877)^2 : (171600000)^2 :: \frac{121}{11449} : 1909$ environ. Ainsi Jupiter, dans le temps de l'incandescence, était pour son quatrième satellite un astre de feu 1909 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre du satellite était $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, lorsqu'au bout de 21621 ans il se serait refroidi à la température actuelle de la terre ; et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation, par la chaleur du soleil, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, qui, multipliés par 1909, donnent $\frac{70\frac{399}{676}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Jupiter au commencement de cette période, c'est-à-dire dans le temps de l'incandescence, et par conséquent $\frac{70\frac{399}{676}}{50}$ pour la compensation que la chaleur de Jupiter aurait faite à la fin de cette première période, s'il eût conservé son état d'incandescence ; mais sa chaleur propre ayant diminué pendant cette première période de 25 à 22 $\frac{3}{4}$, la compensation, au lieu d'être $\frac{70\frac{399}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{64}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{64}{50}$ et $\frac{70\frac{399}{676}}{50}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette période, on a $\frac{1674}{1250}$ environ, lesquels, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{20887\frac{1}{2}}{125}$ ou 16 $\frac{3}{4}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par Jupiter à la perte de la chaleur propre de son quatrième satellite. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation

totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 16 $\frac{3}{4}$ :: 21621 : 14486 $\frac{7}{100}$. Ainsi, le temps dont la chaleur de Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite pendant cette première période de 21621 ans, étant de 14486 ans $\frac{7}{100}$, et la chaleur du soleil l'ayant aussi prolongé de 8 ans $\frac{3}{10}$ pendant la même période, on trouve, en ajoutant ces deux nombres d'années aux 21621 ans de la période, que ç'a été dans l'année 36116 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 38716 ans que ce quatrième satellite de Jupiter jouissait de la même température dont jouit aujourd'hui la Terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Jupiter à son quatrième satellite a été égale à la chaleur propre de ce satellite s'est trouvé au 17 $\frac{2}{5}$, terme environ de l'écoulement du temps de cette première période, qui, multiplié par 864 $\frac{21}{25}$, nombre des années de chaque terme de cette période de 21621 ans, donne 15278 $\frac{21}{25}$. Ainsi, ç'a été dans l'année 15279 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Jupiter à son quatrième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyait Jupiter dans l'année 15279 de la formation des planètes, et que Jupiter ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur 1909 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyait encore, à la fin de la première période de 21621 ans, une chaleur 1737 $\frac{49}{100}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'a diminué pendant ce temps que de 25 à 22 $\frac{3}{4}$; et au bout d'une seconde période de 21621 ans, c'est-à-dire, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre, Jupiter envoyait encore à ce satellite une chaleur 1567 $\frac{49}{100}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Jupiter n'avait encore diminué que de 22 $\frac{3}{4}$ à 20 $\frac{1}{4}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Jupiter, qui d'abord était 25, et qui décroît constamment de 2 $\frac{1}{4}$ par chaque période de 21621 ans, diminue par conséquent sur ce satellite de 171 $\frac{81}{100}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 3 $\frac{1}{4}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Jupiter au satellite sera à très-peu près encore 1350 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais, comme la chaleur du soleil sur Jupiter et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre à peu près :: 1 : 27, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 27 cette quantité 1350 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe, il est évident qu'au bout de 3 $\frac{1}{4}$ périodes de 21621 ans chacune, c'est-à-dire au bout de 70266 $\frac{1}{4}$ ans, la chaleur que Jupiter a envoyée à ce satellite a été égale à la chaleur actuelle de la terre, et que, n'ayant plus de chaleur propre, il n'a pas laissé de jouir d'une température égale à celle dont jouit actuellement la terre dans l'année 70269 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 4563 ans.

Et comme cette chaleur envoyée par Jupiter a prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, elle le prolongera de même pendant 3 $\frac{1}{4}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 140538 de la formation des planètes que ce satellite sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différents temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'aurait fait compensation dans le temps de l'incandescence que de $\frac{\frac{25}{676}}{1350}$, et qu'à la fin de la première période de 21621 ans, cette même chaleur du soleil aurait fait une compensation de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil aurait en effet été de 6 ans $\frac{3}{10}$; mais la chaleur envoyée par Jupiter, dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: 70 $\frac{405}{676}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{1320\frac{405}{676}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui aurait été $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ à la fin de cette

première période, si l'on ne considérait que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la même raison de 64 à 50, parce que la chaleur envoyée par Jupiter était encore plus grande que la chaleur propre de ce satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{25}{676}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{25}{676}}{114}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1520}$ à $\frac{\frac{25}{676}}{114}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{33863}{676}}{150846}$ ou $\frac{53}{150848\frac{1}{10}}$ environ, qui, multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{763\frac{1}{2}}{150848\frac{1}{10}}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{763\frac{1}{2}}{150848\frac{1}{10}} :: 21621$ ans : 4 ans 140 jours. Ainsi, le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 8 ans $\frac{8}{40}$, n'a été que de 4 ans 140 jours.

Et, pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été de $\frac{\frac{25}{676}}{1520}$, sera, à la fin de $3\frac{1}{4}$ périodes, de $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ puisque ce n'est qu'après ces $3\frac{1}{4}$ périodes que la température de ce satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{25}{676}}{1520}$ et $\frac{\frac{25}{676}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces $3\frac{1}{4}$ périodes, on a $\frac{\frac{34204}{676}}{66032}$ ou $\frac{50\frac{1}{2}}{66032}$, qui multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{633}{66032}$ pour la compensation totale, par la chaleur du soleil, pendant les $3\frac{1}{4}$ périodes de 21621 ans chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total des périodes est à celui du prolongement du refroidissement, on aura $25 : \frac{633}{66032} :: 70268\frac{1}{4} : 27$. Ainsi, le prolongement total qu'a fait la chaleur du soleil n'a été que de 27 ans, qu'il faut ajouter aux 70268 ans $\frac{1}{4}$; d'où l'on voit que ç'a été dans l'année 70296 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 4536 ans, que ce quatrième satellite de Jupiter jouissait de la même température dont jouit aujourd'hui la terre; et de même, que ce ne sera que dans le double du temps, c'est-à-dire dans l'année 140592 de la formation des planètes, que sa température sera refroidie au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Faisons maintenant les mêmes recherches sur les temps respectifs du refroidissement des satellites de Saturne, et du refroidissement de son anneau. Ces satellites sont à la vérité si difficiles à voir, que leurs grandeurs relatives ne sont pas bien constatées; mais leurs distances à leur planète principale sont assez bien connues, et il paraît, par les observations des meilleurs astronomes, que le satellite le plus voisin de Saturne est aussi le plus petit de tous; que le second n'est guère plus gros que le premier, le troisième, un peu plus grand; que le quatrième paraît le plus grand de tous, et qu'enfin le cinquième paraît tantôt plus grand que le troisième et tantôt plus petit; mais cette variation de grandeur dans ce dernier satellite n'est probablement qu'une apparence dépendante de quelques causes particulières qui ne changent pas sa grandeur réelle, qu'on peut regarder comme égale à celle du quatrième, puisqu'on l'a vu quelquefois surpasser le troisième.

Nous supposerons donc que le premier et le plus petit de ces satellites est gros comme la lune; le second, grand comme Mercure; le troisième, grand comme Mars; le quatrième et le cinquième, grands comme la terre, et, prenant les distances respectives de ces satellites à leur planète principale, nous verrons que le premier est environ à 66 mille 900 lieues de distance de Saturne; le second, à 85 milles 450 lieues, ce qui est à peu près la distance de la lune à la terre; le troisième, à 120 mille lieues; le quatrième, à 278 mille lieues, et le cinquième, à 808 mille lieues, tandis que le satellite le plus éloigné de Jupiter n'en est qu'à 398 mille lieues.

Saturne a donc une vitesse de rotation plus grande que celle de Jupiter, puisque, dans l'état de liquéfaction, sa force centrifuge a projeté des parties de sa masse à plus du double de la distance à laquelle la force centrifuge de Jupiter a projeté celles qui forment son satellite le plus éloigné.

Et, ce qui prouve encore que cette force centrifuge, provenant de la vitesse de rotation, est

plus grande dans Saturne que dans Jupiter, c'est l'anneau dont il est environné, et qui, quoique fort mince, suppose une projection de matière encore bien plus considérable que celle des cinq satellites pris ensemble. Cet anneau, concentrique à la surface de l'équateur de Saturne, n'en est éloigné que d'environ 55 mille lieues; sa forme est celle d'une zone assez large, un peu courbée sur le plan de sa largeur, qui est d'environ un tiers du diamètre de Saturne, c'est-à-dire de plus de 9 mille lieues; mais cette zone de 9 mille lienes de largeur n'a peut-être pas 100 lieues d'épaisseur; car, lorsque l'anneau ne nous présente exactement que sa tranche, il ne réfléchit pas assez de lumière pour qu'on puisse l'apercevoir avec les meilleures lunettes; au lieu qu'on l'aperçoit pour peu qu'il s'incline ou se redresse, et qu'il découvre en conséquence une petite partie de sa largeur. Or, cette largeur, vue de face, étant de 9 mille lieues, ou plus exactement de 9 mille 110 lieues, serait d'environ 4 mille 555 lieues vue sous l'angle de 45 degrés, et par conséquent d'environ 100 lieues vue sous un angle d'un degré d'obliquité; car on ne peut guère présumer qu'il fût possible d'apercevoir cet anneau, s'il n'avait pas au moins un degré d'obliquité, c'est-à-dire s'il ne nous présentait pas une tranche au moins égale à une quatre-vingt-dixième partie de sa largeur : d'où je conclus que son épaisseur doit être égale à cette quatre-vingt-dixième partie, qui équivaut à peu près à 100 lieues.

Il est bon de supputer, avant d'aller plus loin, toutes les dimensions de cet anneau, et de voir quelle est la surface et le volume de la matière qu'il contient.

Sa largeur est de 9 mille 110 lieues.

Son épaisseur supposée de 100 lieues.

Son diamètre intérieur de 191 mille 296 lieues.

Son diamètre extérieur, c'est-à-dire y compris les épaisseurs, de 191 mille 496 lieues.

Sa circonférence intérieure de 444 mille 73 lieues.

Sa circonférence extérieure de 444 mille 704 lieues.

Sa surface concave de 4 milliards 433 millions 5 mille 30 lieues carrées.

Sa surface convexe de 4 milliards 512 millions 226 mille 110 lieues carrées.

La surface de l'épaisseur en dedans, de 44 millions 403 mille 304 lieues carrées.

La surface de l'épaisseur en dehors, de 44 millions 470 mille 100 lieues carrées.

Sa surface totale de 8 milliards 183 millions 608 mille 540 lieues carrées.

Sa solidité de 404 milliards 836 millions 537 mille lieues cubiques.

Ce qui fait environ trente fois autant de volume de matière qu'en contient le globe terrestre, dont la solidité n'est que de 12 milliards 365 millions 103 mille 160 lieues cubiques. Et, en comparant la surface de l'anneau à la surface de la terre, on verra que celle-ci n'étant que de 25 millions 772 mille 725 lieues carrées, celle de toutes les faces de l'anneau étant de 8 milliards 185 millions 608 mille 540 lieues, elle est par conséquent plus de deux cent dix-sept fois plus grande que celle de la terre; en sorte que cet anneau, qui ne paraît être qu'un volume anomal, un assemblage de matière sous une forme bizarre, peut néanmoins être une terre dont la surface est plus de trois cents fois plus grande que celle de notre globe, et qui, malgré son grand éloignement du soleil, peut cependant jouir de la même température que la terre.

Car, si l'on veut rechercher l'effet de la chaleur de Saturne et de celle du soleil sur cet anneau, et reconnaître les temps de son refroidissement par la déperdition de sa chaleur propre, comme nous l'avons fait pour la lune et pour les satellites de Jupiter, on verra que, n'ayant que 100 lieues d'épaisseur, il se serait consolidé jusqu'au milieu ou au centre de cette épaisseur en 101 ans $\frac{1}{2}$ environ, si sa densité était égale à celle de la terre; mais comme la densité de Saturne et celle de ses satellites et de son anneau, que nous supposons la même, n'est à la densité de la terre que :: 184 : 1000, il s'ensuit que l'anneau, au lieu de s'être consolidé jusqu'au centre de son épaisseur en 101 ans $\frac{1}{2}$, s'est réellement consolidé en 18 ans $\frac{17}{25}$. Et de même on verra que cet anneau aurait dû se refroidir, au point de pouvoir le toucher, en 1183 ans $\frac{20}{143}$, si sa densité était égale à celle de la terre; mais, comme elle n'est que de 184 au lieu de 1000, le temps du refroidissement, au lieu d'être de 1183 ans $\frac{20}{143}$, n'a été que de 217 ans $\frac{783}{1000}$, et celui du refroidissement à la température actuelle, au lieu d'être de 1958 ans, n'a réellement été que de 360 ans $\frac{7}{25}$, abstraction faite de toute compensation, tant par la chaleur du soleil que par celle de Saturne, dont il faut faire l'évaluation.

Pour trouver la compensation par la chaleur du soleil, nous considérerons que cette chaleur du soleil sur Saturne, sur ses satellites et sur son anneau, est à très-peu près égale, parce que tous sont à très-peu près également éloignés de cet astre : or cette chaleur du soleil que reçoit Saturne est à celle que reçoit la terre :: 100

22.

: 9025, ou :: 4 : 361. Dès lors la compensation qu'a faite la chaleur du soleil lorsque l'anneau a été refroidi à la température actuelle de la terre, au lieu d'être $\frac{1}{50}$ comme sur la terre, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et, dans le temps de l'incandescence, cette compensation n'était que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$. Ajoutant ces deux termes du premier et du dernier temps de cette période de 360 ans $\frac{7}{25}$, on aura $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\,[illegible]}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil dans les 360 ans $\frac{7}{25}$ de la première période. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\,[illegible]}{1250}$ :: 369 $\frac{7}{25}$: + $\frac{[illegible]}{25}$ ans, ou 15 jours environ, dont le refroidissement de l'anneau a été prolongé, par la chaleur du soleil, pendant cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$.

Mais la compensation, par la chaleur du soleil, n'est pour ainsi dire rien en comparaison de celle qu'a faite la chaleur de Saturne. Cette chaleur de Saturne, dans le temps de l'incandescence, c'est-à-dire au commencement de la période, était vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle de la terre, et n'avait encore diminué au bout de 360 ans $\frac{7}{25}$ que de 25 à 24 $\frac{211}{215}$ environ. Or cet anneau est à 4 demi-diamètres de Saturne, c'est-à-dire à 54 mille 656 lieues de distance de sa planète, tandis que sa distance au soleil est de 313 millions 500 mille lieues, en supposant 33 millions de lieues pour la distance de la terre au soleil. Dès lors Saturne, dans le temps de l'incandescence, et même longtemps et très-longtemps après, a fait sur son anneau une compensation infiniment plus grande que la chaleur du soleil.

Pour en faire la comparaison, il faut considérer que la chaleur croissant comme le carré de la distance diminue la chaleur envoyée par Saturne à son anneau, aurait été à la chaleur envoyée par le soleil comme le carré de 313500000 est au carré de 54656, si la surface que Saturne présente à son anneau était égale à la surface que lui présente le soleil; mais la surface de Saturne, qui n'est, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du soleil, paraît néanmoins à son anneau bien plus grande que celle de cet astre dans la raison inverse du carré des distances; on aura donc $(54656)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 259332$ environ; donc la surface que Saturne présente à son anneau est 259332 fois plus grande que celle que lui présente le soleil. Ainsi Saturne, dans le temps de l'incandescence, était pour son anneau un astre de feu 259332 fois plus étendu que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de l'anneau n'était que $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, lorsqu'au bout de 360 ans $\frac{7}{25}$, il se serait refroidi à la température actuelle de la terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation, par la chaleur du soleil, n'était que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$; on aura donc 259332, multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{2873\frac{1}{4}}{1250}$ environ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période, dans le temps de l'incandescence, et $\frac{2873\frac{1}{4}}{50}$ pour la compensation que Saturne aurait faite à la fin de cette même période de 360 ans $\frac{7}{25}$, s'il eût conservé son état d'incandescence. Mais, comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 24 $\frac{211}{215}$ pendant cette période de 360 ans $\frac{7}{25}$, la compensation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{2873\frac{1}{4}}{50}$, n'a été que $\frac{2867\frac{1}{4}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{2873\frac{1}{4}}{50}$ et $\frac{2867\frac{1}{4}}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$, on aura $\frac{74556\frac{1}{4}}{1250}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{931960\frac{[illegible]}{[illegible]}}{1250}$ ou 745 $\frac{71}{125}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son anneau pendant cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 745 $\frac{71}{125}$ :: 360 $\frac{7}{25}$: 10752 $\frac{13}{25}$ environ. Ainsi le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son anneau pendant cette première période a été d'environ 10752 ans $\frac{13}{25}$, tandis que la chaleur du soleil ne l'a prolongé, pendant la même période, que de 15 jours. Ajoutant ces deux nombres aux 360 ans $\frac{7}{25}$ de la période, on voit que c'est dans l'année 11113 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 63719 ans,

que l'anneau de Saturne aurait pu se trouver au même degré de température dont jouit aujourd'hui la terre, si la chaleur de Saturne, surpassant toujours la chaleur propre de l'anneau, n'avait pas continué de le brûler pendant plusieurs autres périodes de temps.

Car le moment où la chaleur envoyée par Saturne à son anneau était égale à la chaleur propre de cet anneau s'est trouvé dès le temps de l'incandescence où cette chaleur envoyée par Saturne était plus forte que la chaleur propre de l'anneau dans le rapport de 2873 $\frac{1}{2}$ à 1250.

Dès lors on voit que la chaleur propre de l'anneau a été au-dessous de celle que lui envoyait Saturne dès le temps de l'incandescence, et que, dans ce même temps, Saturne ayant envoyé à son anneau une chaleur 259322 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyait encore, à la fin de la première période de 360 $\frac{7}{25}$, une chaleur 258608 $\frac{7}{25}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avait diminué que de 25 à 24$\frac{40}{43}$; et, au bout d'une seconde période de 360 ans $\frac{7}{25}$, c'est-à-dire après la déperdition de la chaleur propre de l'anneau, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre, Saturne envoyait encore à son anneau une chaleur 257984 $\frac{14}{25}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avait encore diminué que de 24 $\frac{40}{43}$ à 24 $\frac{37}{43}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord était 25, et qui décroît constamment de $\frac{3}{43}$ par chaque période de 360 ans $\frac{7}{25}$, diminue par conséquent, sur l'anneau, de 723 $\frac{18}{25}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 351 périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son anneau, sera encore à très-peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais, comme la chaleur du soleil, tant sur Saturne que sur ses satellites et sur son anneau, est à celle du soleil sur la terre à peu près :: 1 : 90, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 351 périodes de 360 ans $\frac{7}{25}$ chacune, c'est-à-dire au bout de 126458 ans, la chaleur que Saturne enverra encore à son anneau sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-longtemps, cet anneau ne laissera pas de jouir encore alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et, comme cette chaleur envoyée par Saturne aura prodigieusement prolongé le refroidissement de son anneau au point de la température actuelle de la terre, elle le prolongera de même pendant 351 autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 252916 de la formation des planètes que l'anneau de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a dû faire à la diminution de la température de l'anneau dans les différents temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre de l'anneau, cette chaleur du soleil n'aurait fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et qu'à la fin de la première période qui est de 360 ans $\frac{7}{25}$, cette même chaleur du soleil aurait fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil aurait en effet été de quinze jours; mais la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre de l'anneau :: 2873 $\frac{1}{2}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui aurait été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considérait que la déperdition de la chaleur propre de l'anneau, doit être diminuée dans la raison de 2867 $\frac{1}{5}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne était encore plus grande que la chaleur propre de l'anneau dans cette même raison. Dès lors la compensation, à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{5}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{2917\frac{1}{5}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{4123\frac{1}{2}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{2917\frac{1}{5}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{4}{361}}{120.362}$ ou $\frac{78}{120.3624}$, qui, multipliés

par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur propre pendant cette première période de 360 ans $\frac{7}{25}$, donnent $\frac{973\frac{11}{361}}{42029624}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{973\frac{11}{361}}{42029624}$ :: 360 $\frac{7}{25}$: $\frac{351386}{300740600}$, ou :: 360 ans $\frac{7}{25}$: dix heures quatorze minutes. Ainsi le prolongement du refroidissement, par la chaleur du soleil sur l'anneau de Saturne pendant la première période, au lieu d'avoir été de quinze jours, n'a réellement été que de dix heures quatorze minutes.

Et, pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation, dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{4}{361}}{4124\frac{1}{2}}$, sera, à la fin de 351 périodes, de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 351 périodes, que la température de l'annean sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{4124\frac{1}{2}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 351 périodes, on a $\frac{\frac{16514}{361}}{206175}$ ou $\frac{45\frac{3}{4}}{206175}$, qui multipliés par 42 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chalenr pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{374}{206175}$ environ pour la compensation totale, par la chalenr du soleil, pendant les 351 périodes de 360 ans $\frac{7}{25}$ chacune. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{374}{206175}$ :: 126458 : 14 ans $\frac{1}{125}$. Ainsi le prolongement total qu'a fait et que fera la chaleur du soleil sur l'anneau de Saturne n'est que de 14 ans $\frac{1}{125}$, qu'il faut ajouter aux 126458 ans. D'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 126473 de la formation des planètes, que cet anneau jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 252946 de la formation des planètes, que la température de l'annean de Saturne sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Pour faire sur les satellites de Saturne la même évaluation que nous venons de faire sur le refroidissement de son anneau, nous supposerons, comme nous l'avons dit, que le premier de ces satellites, c'est-à-dire le plus voisin de Saturne, est de la grandeur de la lune; le second, de celle de Mercure; le troisième, de la grandeur de Mars; le quatrième et le cinquième, de la grandeur de la terre. Cette supposition, qui ne pourrait être exacte que par un grand hasard, ne s'éloigne cependant pas assez de la vérité pour que, dans le réel, elle ne nous fournisse pas des résultats qui pourront achever de compléter nos idées sur les temps où la nature a pu naître et périr dans les différents globes qui composent l'univers solaire.

Partant donc de cette supposition, nous verrons que le premier satellite, étant grand comme la lune, a dû se consolider jusqu'au centre en 145 ans $\frac{3}{4}$ environ, parce que, n'étant que de $\frac{3}{11}$ du diamètre de la terre, il se serait consolidé jusqu'au centre en 792 ans $\frac{3}{4}$, s'il était de même densité: mais la densité de la terre étant à celle de Saturne et de ses satellites :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de la consolidation et du refroidissement dans la même raison, ce qui donne 145 ans $\frac{3}{4}$ pour le temps nécessaire à la consolidation. Il en est de même du temps du refroidissement au point de pouvoir toucher sans se brûler la surface de ce satellite: on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il aura perdu assez de sa chaleur pour arriver à ce point en 1701 ans $\frac{11}{21}$, et ensuite que, par la même déperdition de sa chaleur propre, il se serait refroidi au point de la température actuelle de la terre en 3715 ans $\frac{87}{123}$. Or, l'action de la chaleur du soleil étant en raison inverse du carré de la distance, la compensation que cette chalenr envoyée par le soleil a faite au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, a été $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 3715 ans $\frac{87}{123}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ de la compensation dans le premier et dans le dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 3715 ans $\frac{87}{123}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement,

on aura 25 : $\frac{5\frac{1}{3}}{1250}$ :: 3715 ans $\frac{87}{125}$: 156 jours. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil n'a été que de 156 jours pendant cette première période.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, c'est-à-dire dans le commencement de cette première période, était 25, n'avait encore diminué au bout de 3715 ans $\frac{87}{125}$ que de 25 à 24 $\frac{4}{13}$ environ; et, comme ce satellite n'est éloigné de Saturne que de 66900 lieues, tandis qu'il est éloigné du soleil de 313 millions 500 mille lieues, la chaleur envoyée par Saturne à ce premier satellite aurait été à la chaleur envoyée par le soleil comme le carré de 313500000 est au caré de 66900, si la surface que Saturne présente à ce satellite était égale à la surface que lui présente le soleil : mais la surface de Saturne, qui n'est, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{4}}{11449}$ de celle du soleil, parait néanmoins à ce satellite plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du carré des distances; on aura donc $(66900)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{4}}{11449} : 173102$ environ; donc la surface que Saturne présente à son premier satellite étant 173 mille 102 fois plus grande que celle que lui présente le soleil, Saturne, dans le temps de l'incandescence, était pour ce satellite un astre de feu 173102 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite, n'était que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ dans le temps de l'incandescence, et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ lorsqu'au bout de 3715 ans $\frac{2}{3}$ il se serait refroidi à la température actuelle de la terre; on aura donc 173102 multipliés par $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ ou $\frac{1918\frac{1}{2}}{1250}$ environ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période, dans le temps de l'incandescence, et $\frac{1918\frac{1}{2}}{50}$ pour la compensation que Saturne aurait faite à la fin de cette même période, s'il eût conservé son état d'incandescence : mais, comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 24 $\frac{4}{13}$ environ pendant cette période de 3715 ans $\frac{2}{3}$, la compensation, à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{1918\frac{1}{2}}{50}$ n'a été que $\frac{1865}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{1865}{50}$ et $\frac{1918\frac{1}{2}}{1250}$ de la compensation du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{48848\frac{2}{3}}{1250}$, lesquels, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{606790}{1250}$ ou 485 $\frac{6}{17}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son premier satellite pendant cette première période de 3715 ans $\frac{2}{3}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps total de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 485 $\frac{6}{17}$ :: 3715 $\frac{2}{3}$: 72136 environ. Ainsi, le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son premier satellite pendant cette première période de 3715 $\frac{2}{3}$, a été de 72135 ans, tandis que la chaleur du soleil ne l'a prolongé pendant la même période que de 156 jours. En ajoutant ces deux termes avec celui de la période, qui est de 3715 ans environ, on voit que ce sera dans l'année 75853 de la formation des planètes, c'est-à-dire dans 1021 ans, que ce premier satellite de Saturne pourra jouir de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé dès le premier moment de l'incandescence, ou plutôt ne s'est jamais trouvé; car, dans le temps même de l'incandescence, la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite était encore plus grande que la sienne propre, quoiqu'il fût lui-même en incandescence, puisque la compensation que faisait alors la chaleur de Saturne à la chaleur propre du satellite, était $\frac{1958\frac{1}{2}}{1250}$, et que pour qu'elle n'eût été qu'égale, il aurait fallu que la température n'eût été que $\frac{1250}{1250}$.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyait Saturne dès le moment de l'incandescence, et que, dans ce même temps, Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 173102 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyait encore, à la fin de la première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, une chaleur 168308 $\frac{2}{3}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avait diminué que de 25 à 24 $\frac{4}{13}$; et, au bout d'une seconde période de 3715 ans $\frac{87}{125}$; après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre, Saturne envoyait encore à ce satellite une chaleur 163414 $\frac{2}{3}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avait encore diminué que de 24 $\frac{4}{13}$ à 23 $\frac{8}{13}$.

En suivant la même marche, on voit que la

chaleur de Saturne, qui d'abord était 25, et qui décroît constamment de $\frac{2}{13}$ par chaque période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, diminue par conséquent, sur ce satellite, de 4893 $\frac{3}{5}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 33 $\frac{1}{2}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son premier satellite sera encore à très-peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme cette chaleur du soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 33 $\frac{1}{2}$ périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune, c'est-à-dire au bout de 124475 ans $\frac{5}{6}$, la chaleur que Saturne enverra encore à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-longtemps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et, comme cette chaleur envoyée par Saturne a prodigieusement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, il le prolongera de même pendant 33 $\frac{1}{2}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 248951 de la formation des planètes, que ce premier satellite de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température de ce satellite dans les différents temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'aurait fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{561}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 3715 ans $\frac{87}{125}$, cette même chaleur du soleil aurait fait une compensation de $\frac{\frac{4}{561}}{50}$; et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil aurait été en effet de 156 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 1918 $\frac{1}{3}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{561}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{561}}{3168\frac{1}{3}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui aurait été $\frac{\frac{4}{561}}{50}$ à la fin de cette première période, si on ne considérait que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 1865 à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne était encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{561}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{561}}{1915}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{561}}{3168\frac{1}{3}}$ ou $\frac{\frac{4}{561}}{1915}$ du premier et du dernier temps de cette première période de 3715 ans $\frac{87}{125}$, on a $\frac{\frac{20382}{561}}{6067105}$ ou $\frac{56\frac{186}{561}}{6067105}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur du satellite pendant cette première période, donnent $\frac{704\frac{4}{11}}{6067105}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{704\frac{4}{11}}{6067105}$ :: 3715 $\frac{87}{125}$: $\frac{2616840\frac{1}{7}}{151677576}$, ou :: 3715 ans $\frac{87}{125}$: 6 jours 7 heures environ. Ainsi, le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, pendant cette première période, au lieu d'avoir été de 156 jours, n'a réellement été que de 6 jours 7 heures.

Et, pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouvera que la compensation dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{4}{561}}{3168\frac{1}{3}}$, sera, à la fin de 33 $\frac{1}{2}$ périodes de 3715 $\frac{87}{125}$ chacune, de $\frac{\frac{4}{561}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 33 $\frac{1}{2}$ périodes que la température de ce satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{561}}{3168\frac{1}{3}}$ et $\frac{\frac{4}{561}}{50}$ du premier et du dernier temps des 33 $\frac{1}{2}$ périodes, on a $\frac{\frac{12878}{561}}{158410}$ ou $\frac{55\frac{2}{3}}{158410}$ qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la di-

minution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{445\frac{4}{6}}{138410}$ pour la compensation totale, par la chaleur du soleil, pendant les 33 $\frac{1}{2}$ périodes de 3715 ans $\frac{87}{125}$ chacune. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total des périodes est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{445\frac{4}{6}}{138410}$ :: 124475 ans $\frac{5}{6}$: 14 ans 4 jours environ. Ainsi, le prolongement total que fera la chaleur du soleil ne sera que de 14 ans 4 jours, qu'il faut ajouter aux 124475 ans $\frac{5}{6}$. D'où l'on voit que ce ne sera que sur la fin de l'année 124490 de la formation des planètes, que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire 248980 ans à dater de la formation des planètes, pour que ce premier satellite de Saturne puisse être refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Faisant le même calcul pour le second satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme Mercure, et qui est à 85 mille 450 lieues de distance de sa planète principale, nous verrons que ce satellite a dû se consolider jusqu'au centre, en 178 ans $\frac{3}{25}$, parce que, n'étant que de $\frac{4}{9}$ du diamètre de la terre, il se serait consolidé jusqu'au centre en 968 ans $\frac{1}{3}$, s'il était de même densité; mais comme la densité de la terre est à la densité de Saturne et de ses satellites :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de la consolidation et du refroidissement dans la même raison, ce qui donne 178 ans $\frac{3}{25}$ pour le temps nécessaire à la consolidation. Il en est de même du temps du refroidissement au point de toucher sans se brûler la surface du satellite; on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 2079 ans $\frac{55}{62}$, et ensuite qu'il s'est refroidi à la température actuelle de la terre en 4541 ans $\frac{1}{2}$ environ. Or, l'action de la chaleur du soleil étant en raison inverse du carré des distances, la compensation était au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette même période de 4541 ans $\frac{1}{2}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{361}}{1250}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{361}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{217}{361}}{1250}$ :: 7541 $\frac{1}{2}$: 191 jours. Ainsi, le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil aurait été de 191 jours pendant cette première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$.

Mais la chaleur de Saturne qui, dans le temps de l'incandescence, était 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la terre, n'avait diminué au bout de 4541 ans $\frac{1}{2}$ que de $\frac{57}{65}$ environ, et était encore 24 $\frac{8}{65}$ à la fin de cette même période. Et, ce satellite n'étant éloigné que de 85 mille 450 lieues de sa planète principale, tandis qu'il est éloigné du soleil de 313 millions 500 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Saturne a ce second satellite aurait été comme le carré de 313500000 est au carré de 85450, si la surface que présente Saturne à ce satellite était égale à la surface que lui présente le soleil; mais la surface de Saturne qui, dans le réel, n'est que $\frac{90\frac{1}{7}}{11449}$ de celle du soleil, paraît néanmoins plus grande à ce satellite dans le rapport inverse du carré des distances. On aura donc $(85450)^2$: $(313500000)^2$ :: $\frac{90\frac{1}{7}}{11449}$: 106104 environ. Ainsi, la surface que présente Saturne à ce satellite étant 106 mille 104 fois plus grande que la surface que lui présente le soleil, Saturne, dans le temps de l'incandescence, était pour son second satellite un astre de feu 106 mille 104 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre du satellite, dans le temps de l'incandescance, n'était que $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, lorsqu'il serait refroidi par la déperdition de sa chaleur propre au point de la température actuelle de la terre, la compensation par la chaleur du soleil a été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$. Il faut donc multiplier ces deux termes de compensation par 106104, et l'on aura $\frac{1175\frac{2}{3}}{1250}$ environ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne sur ce satellite au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, et $\frac{1175\frac{2}{3}}{50}$ pour la compensation que la chaleur de Saturne aurait faite à la fin

de cette même période, s'il eût conservé son état d'incandescence; mais, comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 24 $\frac{8}{65}$ pendant cette période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{4173\frac{7}{8}}{50}$ n'a été que $\frac{4134\frac{17}{24}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{4173\frac{7}{8}}{1250}$ et $\frac{4134\frac{17}{24}}{50}$ du premier et du dernier temps de la période, on a $\frac{29586\frac{13}{24}}{1250}$ lesquels, multipliés par 12$\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{369208}{1250}$ ou 295 $\frac{3}{9}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite pendant cette première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 295 $\frac{3}{9}$ :: 4541 $\frac{1}{2}$: 53630 environ. Ainsi, le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite, pour cette première période, a été de 53630 ans, tandis que la chaleur du soleil, pendant le même temps, ne l'a prolongé que de 191 jours. D'où l'on voit, en ajoutant ces temps à celui de la période, qui est de 4541 ans $\frac{1}{2}$, que ç'a été dans l'année 58173 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 16659 ans, que ce second satellite de Saturne jouissait de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyé par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé presque immédiatement après l'incandescence, c'est-à-dire à $\frac{11}{4175\frac{3}{5}}$ du premier terme de l'écoulement du temps de cette première période, qui, multipliés par 181 $\frac{33}{50}$, nombre des années de chaque terme de cette période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, donnent 7 ans $\frac{2}{3}$ environ. Ainsi, ç'a été dès l'année 8 de la formation des planètes, que la chaleur envoyée par Saturne à son second satellite, s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle qui lui envoyait Saturne, dès le temps le plus voisin de l'incandescence, et que, dans le premier moment de l'incandescence, Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 106 mille 104 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyait encore, à la fin de la première période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, une chaleur 102382 $\frac{4}{5}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avait diminué que de 25 à 24 $\frac{8}{65}$; et au bout d'une seconde période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre, Saturne envoyait encore à ce satellite une chaleur 98660 $\frac{2}{5}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avait encore diminué que de 24 $\frac{8}{65}$ à 23 $\frac{16}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord était 25, et qui décroît constamment de $\frac{57}{65}$ par chaque période de 4541 ans $\frac{1}{2}$, diminue par conséquent sur ce satellite de 3721 $\frac{4}{5}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 26 $\frac{3}{5}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son second satellite sera encore à peu près 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais comme cette chaleur du soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 26 $\frac{3}{5}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire au bout de 119592 ans $\frac{3}{5}$, la chaleur que Saturne enverra encore à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-longtemps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et, comme cette chaleur envoyée par Saturne a prodigieusement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, il le prolongera de même pendant 26 $\frac{3}{5}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 239185 de la formation des planètes, que ce second satellite de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différents temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du so-

leil n'aurait fait compensation dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{561}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période qui est de 4541 ans $\frac{1}{2}$, cette même chaleur du soleil aurait fait compensation de $\frac{\frac{4}{561}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil aurait en effet été de 191 jours; mais la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: 1175 $\frac{2}{3}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{561}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{561}}{2425\frac{2}{3}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui aurait été $\frac{\frac{4}{561}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considérait que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 1134 $\frac{47}{40}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne était encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation, à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{561}}{50}$ n'a été que $\frac{\frac{4}{561}}{1184\frac{7}{10}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{561}}{2425\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{4}{561}}{1184\frac{7}{10}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{4440\frac{1}{2}}{561}}{2873020\frac{1}{2}}$ ou $\frac{10}{2873020\frac{1}{2}}$ environ, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{500}{2873020\frac{1}{2}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{500}{2873020}$ :: 4541 $\frac{1}{2}$: $\frac{221978}{4309530}$, ou :: 4541 $\frac{1}{2}$: 19 jours environ. Ainsi, le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, au lieu d'être de 191 jours, n'a réellement été que de 19 jours environ.

Et pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes les périodes, on trouve que la compensation, par la chaleur du soleil, dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nous venons de le dire, $\frac{\frac{4}{561}}{2425\frac{2}{3}}$, sera, à la fin de 26 $\frac{1}{2}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$ chacune, de $\frac{\frac{4}{561}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 26 $\frac{1}{5}$ périodes que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{561}}{2425\frac{2}{3}}$ et $\frac{\frac{4}{561}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 26 $\frac{1}{5}$ périodes, on a $\frac{\frac{9902}{561}}{121682}$, ou $\frac{27\frac{[illegible]}{[illegible]}}{121282}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant toutes ces périodes, donnent $\frac{342\frac{[illegible]}{[illegible]}}{121282}$, pour la compensation totale par la chaleur du soleil, pendant les 26 $\frac{1}{5}$ périodes de 4541 ans $\frac{1}{2}$ chacune. Et comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{342\frac{[illegible]}{[illegible]}}{121282}$ :: 119592 $\frac{5}{6}$: 12 $\frac{13}{25}$ environ. Ainsi le prolongement total que fera la chaleur du soleil ne sera que de 13 ans $\frac{13}{25}$, qu'il faut ajouter aux 119592 ans $\frac{5}{6}$; d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 119607 de la formation des planètes, que ce satellite jouira de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double du temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 239214 de la formation des planètes, que sa température sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Faisant les mêmes raisonnements, pour le troisième satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme Mars, et qui est éloigné de Saturne de 120 mille lieues, nous verrons que ce satellite aurait dû se consolider jusqu'au centre en 277 ans $\frac{19}{20}$, parce que, n'étant que $\frac{13}{25}$ du diamètre de la terre, il se serait refroidi jusqu'au centre en 1510 ans $\frac{5}{3}$, s'il était de même densité; mais, la densité de la terre, étant à celle de ce satellite :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de sa consolidation dans la même raison, ce qui donne 277 ans $\frac{19}{20}$ environ. Il en est de même du temps du refroidissement au point de pouvoir, sans se brûler, toucher la surface du satellite : on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point, en 3244 $\frac{20}{21}$, et ensuite qu'il s'est refroidi au point de la température actuelle de la terre en 7083 ans $\frac{11}{13}$ environ. Or, l'action de la chaleur du soleil étant en raison inverse du carré de la distance, la compensation était au commencement de cette première période, dans

le temps de l'incandescence, $\frac{4}{\frac{361}{1250}}$, et $\frac{4}{\frac{361}{50}}$ à la fin de cette même période de 7083 ans $\frac{11}{15}$. Ajoutant ces denx termes de compensation du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{104}{\frac{361}{1250}}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{1300}{\frac{361}{1250}}$ ou $\frac{3\ldots}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\ldots}{1250}$ :: 7083 ans $\frac{11}{15}$: 296 jours. Ainsi, le prolongement du refroidissement de ce satellite, par la chaleur du soleil, n'a été que de 296 jours pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$.

Mais la chaleur de Saturne, qui dans le temps de l'incandescence, était 25, avait diminué, au bout de la période de 7083 ans $\frac{11}{15}$, de 25 à 23 $\frac{11}{65}$, et, comme ce satellite est éloigné de Saturne de 120 mille lieues, et qu'il est distant du soleil de 313 millions 500 mille lieues, il en résulte que la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite aurait été comme le carré de 313500000 est au carré de 120000, si la surface que présente Saturne à ce satellite était égale à la surface que lui présente le soleil; mais la surface de Saturne n'étant, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{2}}{11449}$ de celle du soleil, paraît néanmoins à ce satellite plus grande que celle de cet astre dans le rapport inverse du carré des distances; on aura donc $(120000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{2}}{11449}$: 53801 environ. Donc la surface que Saturne présente à se satellite est 53801 fois plus grande que celle que lui présente le soleil. Ainsi Saturne, dans le temps de l'incandescence, était pour ce satellite un astre de feu 53801 fois plus grand que le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite était $\frac{4}{\frac{361}{50}}$, lorsqu'au bout de 7083 ans $\frac{2}{5}$, il se serait, comme Mars, refroidi à la température actuelle de la terre, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation, par la chaleur du soleil, n'était que $\frac{4}{\frac{361}{1250}}$; on aura donc 53801, multipliés par $\frac{4}{\frac{361}{1250}}$ ou $\frac{596\ldots}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période, dans le temps de l'incandescence, et $\frac{596\ldots}{50}$ pour la compensation à la fin de cette même période, si Saturne eût conservé son état d'incandescence : mais, comme sa chaleur propre a diminué de 25 à 23 $\frac{11}{65}$ environ pendant cette période de 7083 ans $\frac{2}{5}$, la compensation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{596\ldots}{50}$, n'a été que de $\frac{565\frac{1}{2}}{50}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{565\frac{1}{2}}{50}$ et $\frac{596\ldots}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{14683\ldots}{1250}$ environ, lesquels, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{183548}{1250}$ environ ou 146 $\frac{5}{6}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur ce troisième satellite pendant cette première période de 7083 ans $\frac{11}{15}$. Et comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : 146 $\frac{5}{6}$ :: 7083 $\frac{7}{8}$: 41557 $\frac{1}{2}$ environ. Ainsi, le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de son troisième satellite pendant cette période de 7083 ans $\frac{2}{5}$, a été de 41557 ans $\frac{1}{2}$, tandis que la chaleur du soleil ne l'a prolongé pendant ce même temps que de 296 jours. Ajoutant ces deux temps à celui de la période de 7083 ans $\frac{2}{5}$ on voit que ce serait dans l'année 48643 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 26189 ans, que ce troisième satellite de Saturne aurait joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite a été égale à sa chaleur propre, s'est trouvé au 2 $\frac{4}{11}$, terme environ de l'écoulement du temps de cette première période, lequel, multiplié par 283 $\frac{1}{3}$, nombre des années de chaque terme de la période de 7083 $\frac{2}{5}$, donne 630 ans $\frac{1}{3}$ environ. Ainsi ç'a été dès l'année 631 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à son troisième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce même satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyait Saturne dès l'année 631 de la formation des planètes, et que Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 53801 fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyait encore, à la fin de la première période de 7083 ans $\frac{2}{5}$, une chaleur 50854 $\frac{9}{25}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avait

diminné que de 25 à 23 $\frac{41}{65}$ environ. Et au bont d'une seconde période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre, Saturne envoyait encore à ce satellite nne chaleur 47907 $\frac{19}{25}$ fois plus grande que celie du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avait encore diminué que de 23 $\frac{41}{65}$ à 22 $\frac{17}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord était 25, et qui décroit constamment de 1 $\frac{24}{65}$ par chaque période de 7083 ans $\frac{2}{3}$, diminne par conséquent sur ce satellite de 2946 $\frac{2}{3}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après 15 $\frac{3}{4}$ périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son troisième satellite sera encore 4500 fois plns grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais, comme cette chaleur du soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité de chaleur 4500 pour avoir une chalenr égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bont de 15 $\frac{3}{4}$ périodes de 7083 ans $\frac{2}{3}$, c'est-à-dire au bout de 111567 ans, la chaleur que Saturne euverra encore à ce satellite sera égale à la chaleur actuelle de la terre, et que ce satellite n'ayant plus aucune chaleur propre depuis très-longtemps, ne laissera pas de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et, comme cette chaleur envoyée par Saturne a très-considérablement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, il le prolongera de même pendant 15 $\frac{3}{4}$ autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe de la terre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 223134 de la formation des planètes que ce troisième satellite de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température du satellite dans les différents temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'aurait fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{561}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période qui est de 7083 ans $\frac{2}{3}$, cette même chaleur du soleil aurait fait une compensation de $\frac{\frac{4}{561}}{50}$; et que dès lors le prolongement du refroidissement, par l'accession de cette chaleur du soleil, aurait en effet été de 296 jours. Mais la chaleur envoyée par Saturne dans le temps de l'incandescence étant à la chaleur propre du satellite :: 596 $\frac{48}{561}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raisou; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{561}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{561}}{1846\frac{48}{561}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui aurait été $\frac{\frac{4}{561}}{50}$ à la fin de cette période, si l'on ne considérait que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 563$\frac{1}{2}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne était encore plus grande que la chaleur propre de ce satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{561}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{561}}{615\frac{1}{7}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{561}}{1846\frac{48}{561}}$ et $\frac{\frac{4}{561}}{615\frac{1}{5}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{9858}{561}}{1152602}$ ou $\frac{27\frac{1}{4}}{1152602}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{340\frac{1}{2}}{1152602}$, pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{340\frac{1}{2}}{1152602}$ :: 7083 $\frac{2}{3}$: $\frac{2412878\frac{1}{2}}{28513030}$, ou :: 7083 $\frac{2}{3}$ ans : 31 jours environ. Ainsi, le prolongement du refroidissement, par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 296 jours, n'a réellement été que de 31 jours.

Et, pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite cette chaleur du soleil pendant toutes ces périodes, on tronvera que la compensation, par la chaleur du soleil, dans le temps de l'incandescence, ayant été, comme nons venons de le dire, $\frac{\frac{4}{561}}{1846\frac{48}{561}}$, sera, à la fin de 15 $\frac{3}{4}$ périodes, de

7083 ans $\frac{2}{5}$ chacune, de $\frac{\frac{4}{364}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 15 $\frac{3}{4}$ périodes que la température du satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajontant donc ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{364}}{1846\frac{5}{6}}$ et $\frac{\frac{4}{364}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 15 $\frac{3}{4}$ périodes, on a $\frac{\frac{7384\frac{5}{6}}{364}}{92306\frac{5}{6}}$ on $\frac{21\frac{1}{12}}{92306\frac{5}{6}}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur pendant les 15 $\frac{3}{4}$ périodes de 7083 ans $\frac{2}{5}$ chacune, donnent $\frac{262\frac{5}{6}}{92306\frac{5}{6}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps total des périodes est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{262\frac{5}{6}}{92306\frac{5}{6}}$ :: 111567 ans : 12 ans 254 jours. Ainsi, le prolongement total que fera la chaleur du soleil pendant toutes ces périodes ne sera que de 12 ans 254 jours, qu'il faut ajouter aux 111567 ans : d'où l'on voit que ce ne sera que dans l'année 111580 de la formation des planètes que ce satellite jouira réellement de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 223160 de la formation des planètes que sa température pourra être refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Faisant les mêmes raisonnements pour le quatrième satellite de Saturne, que nous avons supposé grand comme la terre, on verra qu'il aurait dû se consolider jusqu'au centre en 534 ans $\frac{12}{25}$, parce que ce satellite étant égal au globe terrestre, il se serait consolidé jusqu'an centre en 2905 ans, s'il était de même densité; mais la densité de la terre étant à celle de ce satellite :: 1000 : 184, il s'ensuit qu'on doit diminuer le temps de la consolidation dans la même raison, ce qui donne 534 ans $\frac{12}{21}$. Il en est de même du temps du refroidissement au point de toucher, sans se brûler, la surface du satellite : on trouvera, par les mêmes règles de proportion, qu'il s'est refroidi à ce point en 6239 ans $\frac{9}{10}$, et ensuite qu'il s'est refroidi à la température actuelle de la terre en 13624 $\frac{2}{5}$. Or, l'action de la chaleur du soleil étant en raison inverse du carré des distances, la compensation était au commencement de cette première période, dans le temps de l'incandescence, $\frac{\frac{4}{364}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{364}}{50}$ à la fin de cette même période de 13624 $\frac{2}{5}$. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{364}}{1250}$ et $\frac{\frac{4}{364}}{50}$ du premier et du dernier temps de cette période, on a $\frac{\frac{104}{364}}{1250}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{1300}{364}}{1250}$ ou $\frac{3\frac{117}{364}}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette période de 13624 ans $\frac{2}{5}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{3\frac{117}{364}}{1250}$ :: 13624 $\frac{2}{5}$: 1 $\frac{14}{25}$ environ. Ainsi le prolongement du refroidissement de ce satellite, par la chaleur du soleil, n'a été que de 1 an $\frac{14}{25}$ pendant cette première période de 13624 ans $\frac{2}{5}$.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, était 25 fois plus grande que la chaleur de la température actuelle de la terre, n'avait encore diminué, au bout de cette période de 13624 $\frac{2}{5}$, que de 25 à 22 $\frac{12}{25}$ environ. Et, comme ce satellite est à 278 mille lieues de distance de Saturne, et à 313 millions 500 mille lieues de distance du soleil, la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, aurait été comme le carré de 313500000 est au carré de 278000, si la surface que présente Saturne à son quatrième satellite était égale à la surface que lui présente le soleil; mais la surface de Saturne n'étant dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{2}}{11449}$ de celle du soleil, parait néanmoins à ce satellite plus grande que celle de cet astre, dans la raison inverse du carré des distances. Ainsi, l'on aura $(278000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{2}}{11449} : 10024\frac{1}{2}$ environ. Donc la surface que présente Saturne à ce satellite est 10024 $\frac{1}{2}$ fois plus grande que celle que lui présente le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'était que $\frac{\frac{4}{364}}{50}$, lorsqu'au bout de 13624 ans $\frac{2}{5}$ il se serait refroidi comme la terre au point de la température actuelle, et que, dans le temps de l'incandescence, cette compensation par la chaleur du soleil n'a été que $\frac{\frac{4}{364}}{1250}$; on aura

donc 10024 $\frac{1}{2}$ multipliés par $\frac{4\frac{361}{}}{1250}$ ou $\frac{441\frac{7}{...}}{1250}$ pour la compensation qu'a faite la chaleur de Saturne au commencement de cette période dans le temps de l'incandescence, et $\frac{441\frac{2}{...}}{50}$ pour la compensation que la chaleur de Saturne aurait faite à la fin de cette même période, s'il eût conservé son état d'incandescence : mais, comme la chaleur propre de Saturne a diminué de 25 à 22 $\frac{19}{65}$ environ pendant cette période de 13624 ans $\frac{2}{5}$, la compensation à la fin de cette période, au lieu d'être $\frac{441\frac{7}{...}}{50}$, n'a été que de $\frac{99\frac{4}{...}}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{99\frac{4}{...}}{50}$, et $\frac{441\frac{7}{...}}{1250}$ de la compensation du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{2987\frac{7}{...}}{1250}$ environ, lesquels, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{32531}{1250}$ ou 26 $\frac{4}{50}$ environ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne sur son quatrième satellite, pendant cette première période de 13624 ans $\frac{2}{5}$. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : 26 $\frac{4}{50}$ :: 13624 $\frac{2}{5}$: 14180 $\frac{19}{50}$. Ainsi, le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite a été de 14180 ans $\frac{19}{50}$ environ pour cette première période, tandis que le prolongement de son refroidissement, par la chaleur du soleil, n'a été que de 1 an $\frac{14}{25}$. Ajoutant à ces deux temps celui de la période, on voit que ce serait dans l'année 27807 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 47025 ans, que ce quatrième satellite aurait joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne à ce quatrième satellite a été égale à sa chaleur propre s'est trouvé au 11 $\frac{1}{4}$ terme environ de cette première période, qui, multiplié par 545, nombre des années de chaque terme de cette période, donne 6131 ans $\frac{1}{4}$; en sorte que ç'a été dans l'année 6132 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à son quatrième satellite s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce satellite.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyait Saturne dans l'année 6132 de la formation des planètes, et que Saturne ayant envoyé à ce satellite une chaleur 10024 $\frac{1}{2}$ fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyait encore, à la fin de la première période de 13624 ans $\frac{2}{5}$, une chaleur 8938 $\frac{12}{25}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur de Saturne n'avait diminué que de 25 à 22 $\frac{19}{65}$ pendant cette première période. Et, au bout d'une seconde période de 13624 ans $\frac{2}{5}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre, Saturne envoyait encore à ce satellite une chaleur 7853 $\frac{4}{25}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avait encore diminué que de 22 $\frac{19}{65}$ à 20 $\frac{48}{65}$.

En suivant la même marche, on voit que la chaleur de Saturne, qui d'abord était 25, et qui décroît constamment de 2 $\frac{46}{65}$ par chaque période de 13624 ans $\frac{2}{5}$, diminue par conséquent sur son satellite de 1085 $\frac{13}{25}$ pendant chacune de ces périodes; en sorte qu'après quatre périodes environ, cette chaleur envoyée par Saturne à son quatrième satellite sera encore 4500 fois plus grande que la chaleur qu'il reçoit du soleil.

Mais, comme cette chaleur du soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90 à très-peu près, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'il faut diviser par 90 cette quantité de chaleur 4500 pour avoir une chaleur égale à celle que le soleil envoie sur la terre; et cette dernière chaleur étant $\frac{1}{50}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre, il est évident qu'au bout de 4 périodes de 13624 ans $\frac{2}{5}$ chacune, c'est-à-dire au bout de 54498 ans $\frac{2}{5}$, la chaleur que Saturne a envoyée à son quatrième satellite était égale à la chaleur actuelle de la terre, et que ce satellite, n'ayant plus aucune chaleur propre depuis longtemps, n'a pas laissé de jouir alors d'une température égale à celle dont jouit aujourd'hui la terre.

Et, comme cette chaleur envoyée par Saturne a considérablement prolongé le refroidissement de ce satellite au point de la température actuelle de la terre, il le prolongera de même pendant 4 autres périodes, pour arriver au point extrême de $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle du globe terrestre; en sorte que ce ne sera que dans l'année 108997 de la formation des planètes que ce quatrième satellite de Saturne sera refroidi à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Il en est de même de l'estimation de la chaleur du soleil, relativement à la compensation qu'elle a faite à la diminution de la température

du satellite dans les différents temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'aurait fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, et qu'à la fin de la première période, qui est de 13624 ans $\frac{2}{5}$, cette même chaleur du soleil aurait fait une compensation de $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil aurait en effet été de 1 an 204 jours : mais la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: 111 $\frac{37}{361}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison ; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{1250}$, elle n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{22}{111}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation, qui aurait été $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considérait que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la raison de 99 $\frac{1}{2}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne était encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation, à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{361}}{143\frac{1}{2}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{22}{111}}$ et $\frac{\frac{4}{361}}{143\frac{1}{2}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{6014\frac{3}{14}}{361}}{205072\frac{4}{14}}$ ou $\frac{16\frac{221}{361}}{205072\frac{4}{14}}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{208\frac{1}{14}}{205072\frac{4}{14}}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette première période ; et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{205072\frac{4}{14}}{208\frac{1}{14}}$ :: 13624 $\frac{2}{5}$: $\frac{2837109}{5076808}$, ou :: 13624 $\frac{2}{5}$: 204 jours environ. Ainsi, le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 1 an 204 jours, n'a réellement été que de 204 jours.

Et, pour évaluer en totalité la compensation qu'a faite la chaleur du soleil pendant toutes ces périodes, on trouvera que la compensation dans le temps de l'incandescence, ayant été $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{22}{111}}$, sera à la fin de 4 périodes, $\frac{\frac{4}{361}}{50}$, puisque ce n'est qu'après ces 4 périodes que la température de ce satellite sera égale à la température actuelle de la terre. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{361}}{1361\frac{22}{111}}$ $\frac{\frac{4}{361}}{50}$ du premier et du dernier temps de ces 4 périodes, on a $\frac{\frac{3644\frac{4}{11}}{361}}{68055\frac{5}{9}}$ ou $\frac{13\frac{220}{361}}{68055\frac{5}{9}}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{195\frac{5}{9}}{68055\frac{5}{9}}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant les 4 périodes de 13824 ans $\frac{2}{5}$ chacune. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation en même raison que le temps total de ces périodes est à celui du prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{195\frac{5}{9}}{68056\frac{5}{9}}$ :: 54498 ans $\frac{2}{5}$: 8 ans 87 jours. Ainsi, le prolongement total que fera la chaleur du soleil sur ce satellite ne sera que de 8 ans 87 jours, qu'il faut ajouter aux 54498 ans $\frac{2}{5}$; d'où l'on voit que ç'a été dans l'année 54505 de la formation des planètes que ce satellite a joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre, et qu'il faudra le double de ce temps, c'est-à-dire que ce ne sera que dans l'année 109010 de la formation des planètes, que sa température sera refroidie à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Enfin, faisant le même raisonnement pour le cinquième satellite de Saturne, que nous supposerons encore grand comme la terre, on verra qu'il aurait dû se consolider jusqu'au centre en 534 ans $\frac{15}{25}$, se refroidir au point d'en toucher la surface, sans se brûler, en 8239 ans $\frac{9}{16}$, et au point de la température actuelle de la terre en 13624 ans $\frac{2}{5}$, et l'on trouvera de même que le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil n'a été que de 1 an 204 jours pour la première période de 13624 ans $\frac{2}{5}$.

Mais la chaleur de Saturne, qui, dans le temps de l'incandescence, était 25 fois plus grande que la chaleur actuelle de la terre, n'avait encore diminué, au bout de cette période de 13624 $\frac{2}{5}$, que de 25 à 22 $\frac{19}{65}$. Et, comme ce satellite est à 808 mille lieues de Saturne, et à 313 millions 500 mille lieues de distance du soleil, la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps

de l'incandescence, à ce satellite, aurait été en raison du carré de 313500000 au carré de 808000, si la surface que présente Saturne à son cinquième satellite était égale à la surface que lui présente le soleil ; mais la surface de Saturne n'étant, dans le réel, que $\frac{90\frac{1}{2}}{11449}$ de celle du soleil, paraît néanmoins plus grande à ce satellite que celle de cet astre dans la raison inverse du carré des distances. Ainsi, l'on aura $(808000)^2 : (313500000)^2 :: \frac{90\frac{1}{2}}{11449} : 1186\frac{2}{5}$. Donc la surface que Saturne présente à ce satellite est $1186\frac{2}{5}$ fois plus grande que celle que lui présente le soleil. Mais nous avons vu que la compensation faite par la chaleur du soleil à la perte de la chaleur propre de ce satellite n'était que $\frac{\frac{4}{561}}{50}$, lorsqu'au bout de 13624 ans $\frac{2}{5}$ il se serait refroidi, comme la terre, au point de la température actuelle, et que, dans le temps de l'incandescence, la compensation par la chaleur du soleil n'a été que $\frac{\frac{4}{561}}{1250}$; on aura donc $1186\frac{2}{5}$ multipliés par $\frac{\frac{4}{561}}{1250}$ ou $\frac{45\ldots}{1250}$ pour la compensation, dans le temps de l'incandescence, et $\frac{43\ldots}{50}$ pour la compensation à la fin de cette première période, si Saturne eût conservé son état d'incandescence : mais, comme sa chaleur propre a diminué de 25 à $23\frac{19}{65}$ pendant cette période de $13624\frac{2}{5}$, la compensation à la fin de la période, au lieu d'être $\frac{43\ldots}{50}$, n'a été que de $\frac{41\ldots}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{41\ldots}{50}$ et $\frac{45\ldots}{1250}$ du premier et du dernier temps de cette période, on aura $\frac{306\ldots}{1250}$, lesquels, étant multipliés par $12\frac{1}{2}$ moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{3832\ldots}{1250}$ ou $3\frac{82\ldots}{1250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne pendant cette première période. Et, comme la perte de la chaleur propre est à la compensation en même raison que ce temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 3\frac{82\ldots}{1250} :: 13624\frac{2}{5} : 1670\frac{45}{50}$. Ainsi, le temps dont la chaleur de Saturne a prolongé le refroidissement de ce satellite, pendant cette première période de $13624\frac{2}{5}$, a été de 1670 ans $\frac{45}{50}$, tandis que le prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil n'a été que de 1 an 204 jours. Ajoutant ces deux temps du prolongement du refroidissement au temps de la période, qui est de 13624 ans $\frac{2}{5}$, on aura 15297 ans 30 jours environ : d'où l'on voit que ce serait dans l'année 15298 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 59534 ans, que ce cinquième satellite de Saturne aurait joui de la même température dont jouit aujourd'hui la terre.

Dans le commencement de la seconde période de 13624 ans $\frac{2}{5}$, la chaleur de Saturne a fait compensation de $\frac{41\ldots}{50}$, et aurait fait, à la fin de cette même période, une compensation de $\frac{295\ldots}{50}$, si Saturne eût conservé son même état de chaleur ; mais, comme sa chaleur propre a diminué pendant cette seconde période de $22\frac{19}{65}$ à $20\frac{48}{65}$, cette compensation, au lieu d'être $\frac{295\ldots}{50}$, n'est que de $\frac{273\ldots}{50}$ environ. Ajoutant ces deux termes $\frac{41\ldots}{50}$ et $\frac{273\ldots}{50}$ du premier et du dernier temps de cette seconde période, on aura $\frac{284\ldots}{50}$ à très-peu près, qui, multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{3559}{50}$ ou $71\frac{9}{50}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur de Saturne pendant cette seconde période. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura $25 : 71\frac{9}{50} :: 13624\frac{2}{5} : 38792\frac{49}{100}$. Ainsi, le prolongement du temps pour le refroidissement de ce satellite par la chaleur de Saturne ayant été de 1670 ans $\frac{45}{50}$ pour la première période, a été de 38792 ans $\frac{49}{100}$ pour la seconde.

Le moment où la chaleur envoyée par Saturne s'est trouvée égale à la chaleur propre de ce satellite, est au $4\frac{13}{58}$ terme à très-peu près de l'écoulement du temps dans cette seconde période, qui, multiplié par 545, nombre des années de chaque terme de ces périodes, donne 2320 ans 346 jours, lesquels, étant ajoutés aux 13624 ans 243 jours de la première période, donnent 15945 ans 224 jours. Ainsi, ç'a été dans l'année 15946 de la formation des planètes que la chaleur envoyée par Saturne à ce satellite s'est trouvée égale à sa chaleur propre.

Dès lors on voit que la chaleur propre de ce satellite a été au-dessous de celle que lui envoyait Saturne dans l'année 15946 de la formation des planètes, et que Saturne ayant envoyé à ce satellite, dans le temps de l'incandescence, une chaleur $1186\frac{2}{5}$ fois plus grande que celle du soleil, il lui envoyait encore, à la fin de la première période de 13624 ans $\frac{2}{5}$, une chaleur $1058\frac{21}{75}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur de Saturne n'avait dimi-

nué que de 25 à 22 $\frac{19}{65}$ pendant cette première période ; et au bout d'une seconde période de 13624 ans $\frac{2}{5}$, après la déperdition de la chaleur propre de ce satellite, jusqu'à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre, Saturne envoyait encore à ce satellite une chaleur 929 $\frac{15}{45}$ fois plus grande que celle du soleil, parce que la chaleur propre de Saturne n'avait encore diminué que de 22 $\frac{19}{65}$ à 20 $\frac{48}{65}$.

En suivant la même marche on voit que la chaleur de Saturne qui d'abord était 25, et qui décroît constamment de 2 $\frac{46}{65}$ par chaque période de 13624 ans $\frac{2}{5}$, diminue par conséquent sur ce satellite de 128 $\frac{29}{79}$ pendant chacune de ces périodes.

Mais, comme cette chaleur du soleil sur Saturne et sur ses satellites est à celle du soleil sur la terre :: 1 : 90, à très-peu près, et que la chaleur de la terre est 50 fois plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit que jamais Saturne n'a envoyé à ce satellite une chaleur égale à celle du globe de la terre, puisque, dans le temps même de l'incandescence, cette chaleur envoyée par Saturne n'était que 1186 $\frac{2}{5}$ fois plus grande que celle du soleil sur Saturne, c'est-à-dire $\frac{1186\frac{2}{5}}{90}$ ou 13 $\frac{17}{90}$ fois plus grande que celle de la chaleur du soleil sur la terre, ce qui ne fait que $\frac{13\frac{17}{90}}{50}$ de la chaleur actuelle du globe de la terre, et c'est pour cette raison qu'on doit s'en tenir à l'évaluation telle que nous l'avons faite ci-dessus dans la première et la seconde période du refroidissement de ce satellite.

Mais l'évaluation de la compensation faite par la chaleur du soleil doit être faite comme celle des autres satellites, parce qu'elle dépend encore beaucoup de celle que la chaleur de Saturne a faite sur ce même satellite dans les différents temps. Il est certain qu'à ne considérer que la déperdition de la chaleur propre du satellite, cette chaleur du soleil n'aurait fait compensation, dans le temps de l'incandescence, que de $\frac{\frac{4}{364}}{1250}$, et qu'à la fin de cette même période de 13624 ans $\frac{2}{5}$, cette même chaleur du soleil aurait fait une compensation de $\frac{\frac{4}{364}}{50}$, et que dès lors le prolongement du refroidissement par l'accession de cette chaleur du soleil aurait en effet été de 1 an 204 jours : mais la chaleur envoyée par Saturne, dans le temps de l'incandescence, étant à la chaleur propre du satellite :: 13 $\frac{83}{364}$: 1250, il s'ensuit que la compensation faite par la chaleur du soleil doit être diminuée dans la même raison ; en sorte qu'au lieu d'être $\frac{\frac{4}{364}}{1250}$, elle n'a été que de $\frac{\frac{4}{364}}{1263\frac{11}{121}}$ au commencement de cette période, et que cette compensation qui aurait été $\frac{\frac{4}{364}}{50}$ à la fin de cette première période, si l'on ne considérait que la déperdition de la chaleur propre du satellite, doit être diminuée dans la même raison de 11 $\frac{57}{50}$ à 50, parce que la chaleur envoyée par Saturne était encore plus grande que la chaleur propre du satellite dans cette même raison. Dès lors la compensation à la fin de cette première période, au lieu d'être $\frac{\frac{4}{364}}{50}$, n'a été que $\frac{\frac{4}{364}}{61\frac{1}{10}}$. En ajoutant ces deux termes de compensation $\frac{\frac{4}{364}}{1263\frac{11}{121}}$ et $\frac{\frac{4}{364}}{61\frac{1}{10}}$ du premier et du dernier temps de cette première période, on a $\frac{\frac{5209\frac{4}{11}}{364}}{77987}$ ou $\frac{14\frac{2}{5}}{77987}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{183\frac{1}{2}}{77987}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du soleil pendant cette première période. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{183\frac{1}{2}}{77987}$ :: 13624 $\frac{2}{5}$: 1 an 186 jours. Ainsi, le prolongement du refroidissement de ce satellite par la chaleur du soleil, au lieu d'avoir été de 1 an 204 jours, n'a réellement été que de 1 an 186 jours pendant la première période.

Dans la seconde période, la compensation étant au commencement $\frac{\frac{4}{364}}{61\frac{1}{10}}$, sera à la fin de cette même période $\frac{\frac{100}{364}}{60\frac{1}{5}}$, parce que la chaleur envoyée par Saturne pendant cette seconde période a diminué dans cette même raison. Ajoutant ces deux termes $\frac{\frac{4}{364}}{61\frac{1}{10}}$ et $\frac{\frac{100}{364}}{61\frac{1}{5}}$, on a $\frac{\frac{6418\frac{2}{5}}{364}}{3745}$, qui, multipliés par 12 $\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes, donnent $\frac{\frac{80195}{364}}{3745}$ ou $\frac{222\frac{11}{121}}{3745}$ pour la compensation totale qu'a pu faire la chaleur du soleil pendant cette seconde période. Et, comme la diminution totale de la chaleur est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est au prolongement du refroidissement, on aura 25 : $\frac{222\frac{11}{121}}{3745}$ :: 13624 $\frac{2}{5}$: 32 ans 214 jours. Ainsi, le prolongement total que fera la

chaleur du soleil sera de 32 ans 214 jours pendant cette seconde période. Ajoutant donc ces deux temps, 1 an 186 jours et 32 ans 214 jours du prolongement du refroidissement par la chaleur du soleil, pendant la première et la seconde période, aux 1670 ans 313 jours du prolongement par la chaleur de Saturne, pendant la première période, et aux 38792 ans 69 jours du prolongement par cette même chaleur de Saturne pour la seconde période, on a pour le prolongement total 40497 ans 52 jours, qui, étant joints aux 27249 ans 121 jours des deux périodes, font en tout 67746 ans 173 jours; d'où l'on voit que ç'a été dans l'année 67747 de la formation des planètes, c'est-à-dire il y a 7085 ans, que ce cinquième satellite de Saturne a été refoidi au point de $\frac{1}{25}$ de la température actuelle de la terre.

Voici donc, d'après nos hypothèses, l'ordre dans lequel la terre, les planètes et leurs satellites se sont refroidis ou se refroidiront au point de la chaleur actuelle du globe terrestre, et ensuite au point d'une chaleur vingt-cinq fois plus petite que cette chaleur actuelle de la terre.

REFROIDIES A LA TEMPÉRAT. ACTUELLE.			REFROIDIES A $\frac{1}{25}$ de la Températ. actuelle.
LA TERRE		en 74832 ans.	En 168123 ans.
LA LUNE		en 46409 ans.	En 72514 ans.
MERCURE		en 34192 ans	En 187765 ans.
VÉNUS		en 91643 ans.	En 228540 ans.
MARS		en 28738 ans	En 60526 ans.
JUPITER		en 240451 ans.	En 465121 ans.
SATELLITES de Jupiter.	Le 1er.	en 222203 ans.	En 444406 ans.
	Le 2e..	en 195090 ans.	En 306180 ans.
	Le 3e..	en 176212 ans.	En 352124 ans.
	Le 4e..	en 70296 ans.	En 140542 ans
SATURNE		en 130821 ans.	En 262020 ans.
ANNEAU de Saturne..		en 126473 ans.	En 292496 ans.
SATELLITES de Saturne.	Le 1er..	en 124490 ans.	En 248960 ans.
	Le 2e..	en 119607 ans.	En 239214 ans.
	Le 3e..	en 111580 ans.	En 223160 ans.
	Le 4e..	en 54505 ans.	En 109010 ans.
	Le 5e..	en 19208 ans.	En 67747 ans.

Et, à l'égard de la consolidation de la terre, des planètes et de leurs satellites, et de leur refroidissement respectif, jusqu'au moment où leur chaleur propre aurait permis de les toucher sans se brûler, c'est-à-dire sans ressentir de la douleur, nous avons trouvé qu'abstraction faite de toute compensation, et ne faisant attention qu'à la déperdition de leur chaleur propre, les rapports de leur consolidation jusqu'au centre, et de leur refroidissement au point de pouvoir les toucher, sans se brûler, sont dans l'ordre suivant :

CONSOLIDÉES JUSQU'AU CENTRE.			REFROIDIES à pouvoir les toucher
LA TERRE		en 2905 ans.	En 33911 ans.
LA LUNE		en 536 ans.	En 6492 ans.
MERCURE		en 1976 ans [illegible].	En 23054 ans.
VÉNUS		en 3484 ans [illegible].	En 40674 ans.
MARS		en 1102 ans [illegible].	En 12873 ans.
JUPITER		en 9331 ans.	En 108922 ans.
SATELLITES de Jupiter.	Le 1er.	en 231 ans [illegible].	En 2690 ans [illegible].
	Le 2e..	en 282 ans [illegible].	En 3300 ans [illegible].
	Le 3e..	en 435 ans [illegible].	En 3149 ans [illegible].
	Le 4e..	en 818 ans [illegible].	En 9902 ans.
SATURNE		en 5078 ans.	En 59276 ans.
ANNEAU de Saturne..		en 18 ans [illegible].	En 217 ans [illegible].
SATELLITES de Saturne.	Le 1er.	en 145 ans [illegible].	En 1701 ans [illegible].
	Le 2e..	en 178 ans [illegible].	En 2079 ans [illegible].
	Le 3e..	en 277 ans [illegible].	En 3244 ans [illegible].
	Le 4e..	en 531 ans [illegible].	En 6239 ans [illegible].
	Le 5e..	en 534 ans [illegible].	En 6239 ans [illegible].

Ces rapports, quoique moins précis que ceux du refroidissement à la température actuelle, le sont néanmoins assez pour notre objet, et c'est par cette raison que je n'ai pas cru devoir prendre la même peine pour faire l'évaluation de toutes les compensations que la chaleur du soleil, aussi bien que celle de la lune, et celle des satellites de Jupiter et de Saturne, ont pu faire à la perte de la chaleur propre de chaque planète, pour le temps nécessaire à leur consolidation jusqu'au centre. Comme ces temps ont précédé celui de l'établissement de la nature vivante, et que les prolongements produits par les compensations dont nous venons de parler ne sont pas d'un très-grand nombre d'années, cela devient indifférent aux vues que je me propose, et je me contenterai d'établir, par une simple règle de proportion, les rapports de ces prolongements pour les temps nécessaires à la consolidation des planètes, et à leur refroidissement jusqu'au point de pouvoir les toucher : par exemple, on trouvera le temps de la consolidation de la terre jusqu'au centre, en disant : La période de soixante-quatorze mille quarante-sept ans du temps nécessaire pour son refroidissement à la température actuelle (abstraction faite de toute compensation) *est à la période* de deux mille neuf cent cinq, temps nécessaire à la consolidation jusqu'au centre (abstraction faite aussi de toute compensation) *comme la période* soixante-quatorze mille huit cent trente-deux de son refroidissement à la température actuelle, toute compensation évaluée, *est à* deux mille neuf cent trente-six ans, temps réel de sa consolidation, toute compensation aussi comprise; et de même on dira : La période soixante-quatorze

mille quarante-sept du temps nécessaire pour le refroidisssement de la terre à la température actuelle (abstraction faite de toute compensation) *est à la période* de trente-trois mille neuf cent onze ans, temps nécessaire à son refroidissement au point de pouvoir la toucher (abstraction faite aussi de toute compensation) *comme la période* soixante-quatorze mille huit cent trente-deux de son refroidissement à la température actuelle, toute compensation évaluée, *est à* trente-quatre mille deux cent soixante-dix ans $\frac{1}{2}$, temps réel de son refroidissement jusqu'au point de pouvoir la toucher, toute compensation évaluée.

On aura donc, dans la table suivante, l'ordre de ces rapports, que je joins à ceux indiqués ci-devant, pour le refroidissement à la température actuellle, et à $\frac{1}{25}$ de cette température.

CONSOLIDÉES jusqu'au centre.	REFROIDIES à pouvoir les toucher.	REFROIDIES à la température actuelle.	REFROIDIES à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	LA TERRE.		
En 2936 ans.	En 34270 ans.	En 74832 ans.	En 168123 ans.
	LA LUNE.		
En 644 ans.	En 7515 ans	En 16409 ans.	En 72514 ans.
	MERCURE.		
En 2127 ans.	En 24813 ans	En 54192 ans.	En 187765 ans.
	VÉNUS.		
En 3596 ans.	En 41969 ans.	En 91643 ans.	En 228540 ans.
	MARS.		
En 1130 ans.	En 13034 ans.	En 28538 ans.	En 60526 ans.
	JUPITER.		
En 9433 ans.	En 110148 ans.	En 240451 ans.	En 483121 ans.
	PREMIER SATELLITE.		
En 8886 ans.	En 101376 ans.	En 222205 ans.	En 444406 ans.
	SECOND SATELLITE.		
En 7496 ans.	En 87500 ans.	En 193090 ans.	En 386180 ans.
	TROISIÈME SATELLITE.		
En 6821 ans.	En 80700 ans.	En 176212 ans.	En 332424 ans.
	QUATRIÈME SATELLITE.		
En 2758 ans.	En 32194 ans.	En 70296 ans.	En 140542 ans.
	SATURNE.		
En 5140 ans.	En 59911 ans.	En 130821 ans.	En 262020 ans.
	ANNEAU DE SATURNE		
En 6558 ans.	En 76342 ans.	En 126473 ans.	En 252946 ans.
	PREMIER SATELLITE.		
En 4891 ans.	En 57011 ans.	En 124490 ans.	En 248980 ans.
	SECOND SATELLITE.		
En 4688 ans.	En 54774 ans.	En 119607 ans.	En 239214 ans.
	TROISIÈME SATELLITE.		
En 4533 ans.	En 51108 ans.	En 111580 ans.	En 223160 ans.
	QUATRIÈME SATELLITE.		
En 2138 ans.	En 24962 ans.	En 54505 ans.	En 109010 ans.
	CINQUIÈME SATELLITE.		
En 600 ans.	En 7005 ans.	En 15298 ans.	En 67747 ans.

Il ne manque à cette table, pour lui donner toute l'exactitude qu'elle peut comporter, que le rapport des densités des satellites à la densité de leur planète principale, que nous n'y avons pas fait entrer, à l'exception de la lune, où cet élément est employé. Or, ne connaissant pas le rapport réel de la densité des satellites de Jupiter et des satellites de Saturne à leurs planètes principales, et ne connaissant que le rapport de la densité de la lune à la terre, nous nous fonderons sur cette analogie, et nous supposerons, en conséquence, que le rapport de la densité de Jupiter, ainsi que le rapport de la densité de Saturne, sont les mêmes que celui de la densité de la terre à la densité de la lune, qui est son satellite, c'est-à-dire :: 1000 : 702; car il est très-naturel d'imaginer, d'après cet exemple que la lune nous offre, que cette différence entre la densité de la terre et de la lune vient de ce que ce sont les parties les plus légères du globe terrestre qui s'en sont séparées dans le temps de la liquéfaction pour former la lune : la vitesse de la rotation de la terre, étant de neuf mille lieues en vingt-trois heures cinquante-six minutes, ou de six $\frac{1}{4}$ lieues par minute, était suffisante pour projeter un torrent de la matière liquide la moins dense, qui s'est rassemblé, par l'attraction mutuelle de ses parties, à quatre-vingt-cinq mille lieues de distance, et y a formé le globe de la lune, dans un plan parallèle à celui de l'équateur de la terre. Les satellites de Jupiter et de Saturne, ainsi que son anneau, sont aussi dans un plan parallèle à leur équateur, et ont été formés de même par la force centrifuge, encore plus grande dans ces grosses planètes que dans le globe terrestre, puisque leur vitesse de rotation est beaucoup plus grande. Et de la même manière que la lune est moins dense que la terre dans la raison de sept cent deux à mille, on peut présumer que les satellites de Jupiter et ceux de Saturne sont moins denses que ces planètes dans cette même raison de sept cent à deux mille. Il faut donc corriger dans la table précédente tous les articles des satellites d'après ce rapport, et alors elle se présentera dans l'ordre suivant :

Table plus exacte des temps du refroidissement des planètes et de leurs satellites.

CONSOLIDÉES jusqu'au centre.	REFROIDIES à pouvoir les toucher.	REFROIDIES à la température actuelle.	REFROIDIES à $\frac{1}{25}$ de la température actuelle.
	LA TERRE.		
En 2939 ans.	En 34270 ans ½.	En 74832 ans.	En 168123 ans.
	LA LUNE.		
En 644 ans.	En 7515 ans	En 16409 ans.	En 72514 ans.
	MERCURE		
En 2127 ans.	En 24813 ans	En 54192 ans.	En 187765 ans.
	VÉNUS.		
En 3596 ans.	En 41969 ans.	En 91643 ans.	En 228540 ans.
	MARS.		
En 1130 ans.	En 13034 ans.	En 28538 ans	En 60326 ans.
	JUPITER.		
En 9433 ans.	En 110118 ans.	En 240451 ans.	En 483121 ans.
	PREMIER SATELLITE.		
En 6238 ans.	En 71166 ans.	En 155986 ans.	En 311973 ans.
	SECOND SATELLITE.		
En 5262 ans.	En 61425 ans.	En 135549 ans.	En 271098 ans.
	TROISIÈME SATELLITE.		
En 4788 ans.	En 56851 ans ½.	En 123700 ans ½.	En 247401 ans.
	QUATRIÈME SATELLITE.		
En 1936 ans.	En 22600 ans ¼.	En 49348 ans.	En 98696 ans.
	SATURNE.		
En 5140 ans.	En 59911 ans.	En 138821 ans.	En 262020 ans.
	ANNEAU DE SATURNE		
En 4604 ans.	En 53711 ans.	En 88784 ans.	En 177568 ans.
	PREMIER SATELLITE.		
En 3433 ans.	En 40021 ans $\frac{5}{12}$.	En 87392 ans.	En 174784 ans.
	SECOND SATELLITE.		
En 3291 ans.	En 38451 ans ¼.	En 83964 ans.	En 167928 ans.
	TROISIÈME SATELLITE.		
En 3182 ans.	En 33878 ans.	En 78329 ans.	En 156658 ans.
	QUATRIÈME SATELLITE.		
En 1502 ans.	En 17323 ans ½.	En 38262 ans ½.	En 76525 ans.
	CINQUIÈME SATELLITE.		
En 421 ans ½	En 4916 ans.	En 40739 ans.	En 47558 ans.

En jetant un coup d'œil de comparaison sur cette table, qui contient le résultat de nos recherches et de nos hypothèses, on voit :

1° Que le cinquième satellite de Saturne a été la première terre habitable, et que la nature vivante n'y a duré que depuis l'année 4916 jusqu'à l'année 47558 de la formation des planètes; en sorte qu'il y longtemps que cette planète secondaire est trop froide pour qu'il puisse y subsister des êtres organisés semblables à ceux que nous connaissons;

2° Que la lune a été la seconde terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir en toucher la surface s'est fait en sept mille cinq cent quinze ans : et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en seize mille quatre cent neuf ans, il s'ensuit qu'elle a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les sept mille cinq cent quinze ans depuis la formation des planètes; et que par conséquent la nature organisée a pu y être établie dès ce temps, et que depuis cette année 7515 jusqu'à l'année 72514, la température de la lune s'est refroidie jusqu'à $\frac{1}{25}$ de la chaleur actuelle de la terre : en sorte que les êtres organisés n'ont pu y subsister que pendant soixante mille ans tout au plus; et enfin qu'aujourd'hui, c'est-à-dire depuis deux mille trois cent dix-huit ans environ ; cette planète est trop froide pour être peuplée de plantes et d'animaux ;

3° Que Mars a été la troisième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir en toucher la surface s'est faite en treize mille trente-quatre ans, et son refroidissement à la température actuelle, s'étant fait en vingt-huit mille cinq cent trente-huit ans, il s'ensuit qu'il a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les treize mille trente-quatre, et que par conséquent la nature organisée a pu y être établie dès ce temps de la formation des planètes, et que depuis cette année 13034 jusqu'à l'année 60326, la température s'est trouvée convenable à la nature des êtres organisés, qui, par conséquent, ont pu y subsister pendant quarante-sept mille deux cent quatre-vingt-douze ans, mais qu'aujourd'hui cette planète est trop refroidie pour être peuplée depuis plus de quatorze mille ans ;

4° Que le quatrième satellite de Saturne a été la quatrième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 17523 et durera tout au plus jusqu'à l'année 76526 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement (c'est-à-dire en 74832) beaucoup plus froide que la terre, les êtres organisés ne peuvent y subsister que dans un état de langueur, ou même n'y subsistent plus;

5° Que le quatrième satellite de Jupiter a été la cinquième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 22600, et y durera jusqu'à l'année 98696 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire est actuellement plus froide que la terre, mais pas assez néanmoins pour que les êtres organisés ne puissent encore y subsister;

6° Que Mercure a été la sixième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir le toucher s'est fait en vingt-quatre mille huit cent treize ans, et son refroidissement à la température actuelle en cinquante-quatre mille cent quatre-vingt-douze ans ; il s'ensuit donc qu'il a joui d'une chaleur conven-

bie à la nature vivante peu d'années après les vingt-quatre mille huit cent treize ans, et que, par conséquent, la nature organisée a pu y être établie dès ce temps, et que depuis cette année 24813 de la formation des planètes, jusqu'à l'année 187765, sa température s'est trouvée et se trouvera convenable à la nature des êtres organisés, qui par conséquent ont pu et pourront encore y subsister pendant cent soixante-deux mille neuf cent cinquante-deux ans; en sorte qu'aujourd'hui cette planète peut être peuplée de tous les animaux et de toutes les plantes qui couvrent la surface de la terre;

7° Que le globe terrestre a été la septième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir le toucher s'est fait en trente-quatre mille sept cent soixante-dix ans $\frac{1}{2}$; et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en soixante-quatorze mille huit cent trente-deux ans, il s'ensuit qu'il a joui d'une chaleur convenable à la nature vivante peu d'années après les trente-quatre mille sept cent soixante-dix ans$\frac{1}{2}$, et que par conséquent la nature, telle que nous la connaissons, a pu y être établie dès ce temps, c'est-à-dire il y a quarante mille soixante-deux ans, et pourra encore y subsister jusqu'en l'année 168123, c'est-à-dire pendant quatre-vingt-treize mille deux cent quatre-vingt-onze ans, à dater de ce jour;

8° Que le troisième satellite de Saturne a été la huitième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 35878, et y durera jusqu'à l'année 156658 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement un peu plus chaude que la Terre, la nature organisée y est dans sa vigueur et telle qu'elle était sur la terre il y a trois ou quatre mille ans;

9° Que le second satellite de Saturne a été la neuvième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 38451, et y durera jusqu'à l'année 167928 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement plus chaude de la Terre, la nature organisée y est dans sa pleine vigueur et telle qu'elle était sur le globe terrestre il y a huit ou neuf mille ans;

10° Que le premier satellite de Saturne a été la dixième terre habitable, et que la nature vivante y a duré depuis l'année 40020, et y durera jusqu'à l'année 174784 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant actuellement considérablement plus chaude que le globe terrestre, la nature organisée y est dans sa première vigueur et telle qu'elle était sur la terre il y a douze à treize mille ans;

11° Que Vénus a été la onzième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir la toucher s'est fait en quarante-un mille neuf cent soixante-neuf ans; et son refroidissement à la température actuelle s'étant fait en quatre-vingt-onze mille six cent quarante-trois ans, il s'ensuit qu'elle jouit actuellement d'une chaleur plus grande que celle dont nous jouissons, et à peu près semblable à celle dont jouissaient nos ancêtres il y a six ou sept mille ans; et que depuis cette année 41969 ou quelque temps après, la nature organisée a pu y être établie, et que jusqu'à l'année 228540, elle pourra y subsister; en sorte que la durée de la nature vivante dans cette planète a été et sera de cent quatre-vingt-six mille cinq cent soixante-onze ans;

12° Que l'anneau de Saturne a été la douzième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 53711, et y durera jusqu'à l'année 177568 de la formation des planètes; en sorte que cet anneau étant beaucoup plus chaud que le globe terrestre, la nature organisée y est dans sa première vigueur, telle qu'elle était sur la terre il y a treize à quatorze mille ans;

13° Que le troisième satellite de Jupiter a été la treizième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 56651, et y durera jusqu'en l'année 246401 de la formation des planètes; en sorte que cette planète secondaire étant de beaucoup plus chaude que la terre, la nature organisée ne fait que commencer de s'y établir;

14° Que Saturne a été la quatorzième terre habitable, puisque son refroidissement au point de pouvoir le toucher s'est fait en cinquante-neuf mille neuf cent onze ans; et son refroidissement à la température actuelle devant se faire en cent trente mille huit cent vingt-un ans, il s'ensuit que la nature vivante a pu y être établie peu de temps après cette année 59911 de la formation des planètes, et que par conséquent elle y a subsisté et pourra y subsister encore jusqu'en l'année 262020; en sorte que la nature vivante y est actuellement dans sa première vigueur, et pourra durer dans cette

grosse planète pendant deux cent soixante-deux mille vingt ans;

15° Que le second satellite de Jupiter a été la quinzième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 61425, c'est-à-dire depuis treize mille quatre cent sept ans, et qu'elle y durera jusqu'à l'année 271098 de la formation des planètes;

16° Que le premier satellite de Jupiter a été la seizième terre habitable, et que la nature vivante y est établie depuis l'année 71166, c'est-à-dire depuis trois mille six cent soixante six ans et qu'elle y durera jusqu'en l'année 311973 de la formation des planètes;

17° Enfin, que Jupiter est le dernier des globes planétaires sur lequel la nature vivante pourra s'établir. Nous devons donc conclure, d'après ce résultat général de nos recherches, que des dix-sept corps planétaires, il y en a en effet trois, savoir : le cinquième satellite de Saturne, la Lune et Mars, où notre nature serait gelée; un seul, savoir, Jupiter, où la nature vivante n'a pu s'établir jusqu'à ce jour, par la raison de la trop grande chaleur encore subsistante dans cette grosse planète; mais que dans les treize autres, savoir : le quatrième satellite de Saturne, le quatrième satellite de Jupiter, Mercure, le globe terrestre, le troisième, le second et le premier satellite de Saturne, Vénus, l'anneau de Saturne, le troisième satellite de Jupiter, Saturne, le second et le premier satellite de Jupiter, la chaleur, quoique de degrés très-différents, peut néanmoins convenir actuellement à l'existence des êtres organisés, et on peut croire que tous ces vastes corps sont, comme le globe terrestre, couverts de plantes, et même peuplés d'êtres sensibles, à peu près semblables aux animaux de la Terre. Nous démontrerons ailleurs, par un grand nombre d'observations rapprochées, que, dans tous les lieux où la température est la même, on trouve non-seulement les mêmes espèces de plantes, les mêmes espèces d'insectes, les mêmes espèces de reptiles, sans les y avoir portées, mais aussi les mêmes espèces de poissons, les mêmes espèces de quadrupèdes, les mêmes espèces d'oiseaux, sans qu'ils y soient allés; et je remarquerai en passant qu'on s'est souvent trompé en attribuant à la migration et au long voyage des oiseaux les espèces de l'Europe qu'on trouve en Amérique ou dans l'orient de l'Asie, tandis que ces oiseaux d'Amérique et d'Asie, tout à fait semblables à ceux de l'Europe, sont nés dans leur pays, et ne viennent pas plus chez nous que les nôtres ne vont chez eux. La même température nourrit, produit partout les mêmes êtres; mais cette vérité générale sera démontrée plus en détail dans quelques-uns des articles suivants.

On pourra remarquer 1° que l'anneau de Saturne a été presque aussi longtemps à se refroidir au point de la consolidation et du refroidissement à pouvoir le toucher, que Saturne même; ce qui ne paraît pas vrai ni vraisemblable, puisque cet anneau est fort mince, et que Saturne est d'une épaisseur prodigieuse en comparaison : mais il faut faire attention d'abord à l'immense quantité de chaleur que cette grosse planète envoyait dans les commencements à son anneau, et qui, dans le temps de l'incandescence, était plus grande que celle de cet anneau, quoiqu'il fût aussi lui-même dans cet état d'incandescence, et que par conséquent le temps nécessaire à sa consolidation a dû être prolongé de beaucoup par cette première cause.

2° Que, quoique Saturne fût lui-même consolidé jusqu'au centre en cinq mille cent quarante ans, il n'a cessé d'être rouge et très-brûlant que plusieurs siècles après, et que par conséquent il a encore envoyé, dans les siècles postérieurs à sa consolidation, une quantité prodigieuse de chaleur à son anneau; ce qui a dû prolonger son refroidissement dans la proportion que nous avons établie. Seulement il faut convenir que les périodes du refroidissement de Saturne au point de la consolidation et du refroidissement à pouvoir le toucher sont trop courtes, parce que nous n'avons pas fait l'estimation de la chaleur que son anneau et ses satellites lui ont envoyée, et que cette quantité de chaleur que nous n'avons pas estimée ne laisse pas d'être considérable : car l'anneau, comme très-grand et très-voisin, envoyait à Saturne, dans le commencement, non-seulement une partie de sa chaleur propre, mais encore il lui réfléchissait une grande portion de celle qu'il en recevait; en sorte que je crois qu'on pourrait, sans se tromper, augmenter d'un quart le temps de la consolidation de Saturne, c'est-à-dire assigner six mille huit cent cinquante-sept ans pour sa consolidation jusqu'au centre; et de même augmenter d'un quart les cinquante-neuf mille neuf cent onze ans que nous avons indiqués pour son refroidissement au point de le toucher, ce

qui donne soixante-dix-neuf mille huit cent quatre-vingt-un ans ; en sorte que ces deux termes peuvent être substitués dans la table générale aux deux premiers.

Il est de même très-certain que le temps du refroidissement de Saturne, au point de la température actuelle de la Terre, qui est de cent trente mille huit cent vingt-un ans, doit, par les mêmes raisons, être augmenté non pas d'un quart, mais peut-être d'un huitième, et que cette période, au lieu d'être de cent trente mille huit cent vingt-un ans, pourrait être de cent quarante-sept mille cent soixante-treize ans.

On doit aussi augmenter un peu les périodes du refroidissement de Jupiter, parce que ses satellites leur ont envoyé une portion de leur chaleur propre, et en même temps une partie de celle que Jupiter leur envoyait : en estimant un dixième le prolongement que cette addition de chaleur a pu faire aux trois premières périodes du refroidissement de Jupiter, il ne se sera consolidé jusqu'au centre qu'en dix mille trois cent soixante-seize ans, et ne se refroidira au point de pouvoir le toucher qu'en cent vingt-un mille cent vingt-neuf ans, et au point de la température actuelle de la terre en deux cent soixante-quatre mille cinq cent six ans.

Je n'admets qu'un assez petit nombre d'années entre le point où l'on peut commencer à toucher, sans se brûler, les différents globes, et celui où la chaleur cesse d'être offensante pour les êtres sensibles : car j'ai fait cette estimation d'après les expériences très-souvent réitérées dans mon second Mémoire, par lesquelles j'ai reconnu qu'entre le point par lequel on peut, pendant une demi-seconde, tenir un globe sans se brûler, et le point où on peut le manier longtemps, et où sa chaleur nous affecte d'une manière douce et convenable à notre nature, il n'y a qu'un intervalle assez court ; en sorte, par exemple, que s'il faut vingt minutes pour refroidir un globe au point de pouvoir le toucher sans se brûler, il ne faut qu'une minute de plus pour qu'on puisse le manier avec plaisir. Dès lors, en augmentant d'un vingtième les temps nécessaires au refroidissement des globes planétaires, au point de pouvoir les toucher, on aura plus précisément les temps de la naissance de la nature dans chacun, et ces temps seront dans l'ordre suivant :

Date de la formation des planètes, 74832 ans.

Commencement, fin et durée de l'existence de la nature organisée dans chaque planète.

Commencement.		Fin.	Durée absolue	Durée à dater de ce jour.
	De la formation des planètes.	De la formation des planètes.	ans.	ans.
3e satellite de Saturne.	5161...	47338...	42589	......
La Lune	7890...	72514...	64624	......
Mars..............	13683...	60326...	56641	......
4e satellite de Saturne.	18599...	76525...	58126	1693
4e satellite de Jupiter.	23730...	98696...	74966	23864
Mercure..........	26053...	187765...	161712	112933
La Terre..........	35983...	168123...	132140	93291
3e satellite de Saturne.	37672...	136658...	118986	81826
2e satellite de Saturne.	40373...	167928...	127655	93096
1er satellite de Saturne.	42021...	174784...	132763	99932
Vénus..............	44067...	228540...	184473	153708
Anneau de Saturne.	56396...	177568...	121172	102736
3e satellite de Jupiter.	59483...	247401...	187918	172569
Saturne............	62906...	262020...	199114	187188
2e satellite de Jupiter.	64496...	271098...	206602	196266
1er satellite de Jupiter.	74724...	311973...	237249	237141
Jupiter..........	115623...	483121...	367498	

D'après ce dernier tableau, qui approche le plus de la vérité, on voit :

1° Que la nature organisée, telle que nous la connaissons, n'est point encore née dans Jupiter, dont la chaleur est trop grande encore aujourd'hui pour pouvoir en toucher la surface ; et que ce ne sera que dans quarante mille sept cent quatre-vingt-onze ans que les êtres vivants pourraient y subsister ; mais qu'ensuite, s'ils y étaient établis, ils dureraient trois cent soixante-sept mille quatre cent quatre-vingt-dix-huit ans dans cette grosse planète ;

2° Que la nature vivante, telle que nous la connaissons, est éteinte dans le cinquième satellite de Saturne depuis vingt-sept mille deux cent soixante-quatorze ans ; dans Mars, depuis quatorze mille cinq cent six ans ; et dans la Lune, depuis deux mille trois cent dix-huit ans ;

3° Que la nature est prête à s'éteindre dans le quatrième satellite de Saturne, puisqu'il n'y a plus que seize cent quatre-vingt-treize ans pour arriver au point extrême de la plus petite chaleur nécessaire au maintien des êtres organisés ;

4° Que la nature vivante est faible dans le quatrième satellite de Jupiter, quoiqu'elle puisse y subsister encore pendant vingt-trois mille huit cent soixante-quatre ans ;

5° Que sur la planète de Mercure, sur la Terre, sur le troisième, sur le second et sur le premier satellite de Saturne, sur la planète de Vénus sur l'anneau de Saturne, sur le troi-

sième satellite de Jupiter, sur la planète de Saturne, sur le second et snr le premier satellite de Jupiter, la nature vivante est actuellement en pleine existence, et que, par conséquent, tous ces corps planétaires peuvent être peuplés comme le globe terrestre.

Voilà mon résultat général et le but auquel je me proposais d'atteindre. On jugera par la peine que m'ont donnée ces recherches [1], et par le grand nombre d'expériences préliminaires qu'elles exigeaient, combien je dois être persuadé de la probabilité de mon hypothèse sur la formation des planètes. Et, pour qu'on ne me croie pas persuadé sans raison, et même sans de très-fortes raisons, je vais exposer dans le Mémoire suivant les motifs de ma persuasion, en présentant les faits et les analogies sur lesquels j'ai fondé mes opinions, établi l'ordre de mes raisonnements, suivi les inductions que l'on en doit déduire, et enfin, tiré la conséquence générale de l'existence réelle des êtres organisés et sensibles dans tous les corps du système solaire, et l'existence plus que probable de ces mêmes êtres dans tous les autres corps qui composent les systèmes des autres soleils; ce qui augmente et multiplie presque à l'infini l'étendue de la nature vivante, et élève en même temps le plus grand de tous les monuments à la gloire du Créateur.

SECOND MÉMOIRE.

FONDEMENTS DES RECHERCHES PRÉCÉDENTES SUR LA TEMPÉRATURE DES PLANÈTES.

L'homme nouveau n'a pu voir et l'homme ignorant ne voit encore aujourd'hui la nature et l'étendue de l'univers que par le simple rapport de ses yeux; la Terre est pour lui un solide d'un volume sans bornes, d'une étendue sans limites, dont il ne peut qu'avec peine parcourir de petits espaces superficiels; tandis que le Soleil, les planètes et l'immensité des cieux ne lui présentent que des points lumineux, dont le Soleil et la Lune lui paraissent être les seuls objets dignes de fixer ses regards. A cette fausse idée sur l'étendue de la nature et sur les proportions de l'univers s'est bientôt joint le sentiment encore plus disproportionné de la prétention. L'homme, en se comparant aux autres êtres terrestres, s'est trouvé le premier : dès lors il a cru que tous étaient faits pour lui; que la Terre même n'avait été créée que pour lui servir de domicile, et le ciel de spectacle; qu'enfin l'univers entier devait se rapporter à ses besoins et même à ses plaisirs. Mais, à mesure qu'il a fait usage de cette lumière divine, qui seule anoblit son être, à mesure que l'homme s'est instruit, il a été forcé de rabattre de plus en plus de ses prétentions; il s'est vu rapetisser en même raison que l'univers s'agrandissait, et il lui est aujourd'hui bien évidemment démontré que cette Terre qui fait tout son domaine, et sur laquelle il ne peut malheureusement subsister sans querelle et sans trouble, est à proportion tout aussi petite, pour l'univers, que lui-même l'est pour le Créateur. En effet, il n'est plus possible de douter que cette même Terre, si grande et si vaste pour nous, ne soit une assez médiocre planète, une petite masse de matière qui circule avec les autres autour du Soleil; que cet astre de lumière et de feu ne soit plus de douze cent mille fois plus gros que le globe de la Terre, et que sa puissance ne s'étende à tous les corps qu'il fléchit autour de lui; en sorte que notre globe en étant éloigné de trente-trois millions de lieues au moins, la planète de Saturne se trouve à plus de trois cent treize millions des mêmes lieues : d'où l'on ne peut s'empêcher de conclure que l'étendue de l'empire du Soleil, ce roi de la nature, ne soit une sphère, dont le diamètre est de six cent vingt-sept millions de lieues, tandis que celui de la Terre n'est que de deux mille huit cent soixante-cinq; et si l'on prend le cube de ces deux nombres, on se démontrera que la Terre est plus petite, relativement à cet espace, qu'un grain de sable ne l'est relativement au volume entier du globe.

Néanmoins la planète de Saturne, quoique la plus éloignée du Soleil, n'est pas encore à beaucoup près sur les confins de son empire. Les limites en sont beaucoup plus reculées, puisque

[1] Les calculs que supposaient ces recherches sont plus longs que difficiles, mais assez délicats pour qu'on puisse se tromper. Je ne me suis pas piqué d'une exactitude rigoureuse, parce qu'elle n'aurait produit que de légères différences, et qu'elle m'aurait pris beaucoup de temps que je pouvais mieux employer. Il m'a suffi que la méthode que j'ai suivie fût exacte, et que mes raisonnements fussent clairs et conséquents : c'est là tout ce que j'ai prétendu. Mon hypothèse sur la liquéfaction de la Terre et des planètes m'a paru assez fondée pour prendre la peine d'en évaluer les effets, et j'ai cru devoir donner en détail ces évaluations comme je les ai trouvées, afin que, s'il s'est glissé dans ce long travail quelques fautes de calcul ou d'inattention, mes lecteurs soient au état de les corriger eux-mêmes.

les comètes parcourent au delà de cette distance, des espaces encore plus grands que l'on peut estimer par la période du temps de leurs révolutions. Une comète qui, comme celle de l'année 1680, circule autour du Soleil en cinq cent soixante-quinze ans, s'éloigne de cet astre quinze fois plus que Saturne n'en est distant; car le grand axe de son orbite est cent trente-huit fois plus grand que la distance de la Terre au Soleil. Dès lors on doit augmenter encore l'étendue de la puissance solaire de quinze fois la distance du Soleil à Saturne, en sorte que tout l'espace dans lequel sont compris les planètes, n'est qu'une petite province du domaine de cet astre, dont les bornes doivent être posées au moins à cent trente-huit fois la distance du Soleil à la Terre, c'est-à-dire à cent trente-huit fois trente-trois ou trente-quatre millions de lieues.

Quelle immensité d'espace! et quelle quantité de matière! car, indépendamment des planètes, il existe probablement quatre ou cinq cents comètes, peut-être plus grosses que la Terre, qui parcourent en tous sens les différentes régions de cette vaste sphère, dont le globe terrestre ne fait qu'un point, une unité sur 191,201,612,985,514,272,000, quantité que ces nombres représentent, mais que l'imagination ne peut atteindre ni saisir. N'en voilà-t-il pas assez pour nous rendre, nous, les nôtres, et notre grand domicile, plus petits que des atomes?

Cependant cette énorme étendue, cette sphère si vaste n'est encore qu'un très-petit espace dans l'immensité des cieux; chaque étoile fixe est un soleil, un centre d'une sphère tout aussi vaste; et, comme on en compte plus de deux mille qu'on aperçoit à la vue simple, et qu'avec les lunettes on en découvre un nombre d'autant plus grand que ces instruments sont plus puissants, l'étendue de l'univers entier paraît être sans bornes, et le système solaire ne fait plus qu'une province de l'empire universel du Créateur, empire infini comme lui.

Sirius, étoile fixe la plus brillante, et que, par cette raison, nous pouvons regarder comme le soleil le plus voisin du nôtre, ne donnant à nos yeux qu'une seconde de parallaxe annuelle sur le diamètre entier de l'orbe de la Terre, est à 6771770 millions de lieues de distance de nous, c'est-à-dire à 6767216 millions des limites du système solaire, telles que nous les avons assignées d'après la profondeur à laquelle s'enfoncent les comètes dont la période est la plus longue. Supposant donc qu'il ait été départi à Sirius un espace égal à celui qui appartient à notre Soleil, on voit qu'il faut encore reculer les limites de notre système solaire de sept cent quarante-deux fois plus qu'il ne l'est déjà jusqu'à l'aphélie de la comète, dont l'énorme distance au Soleil n'est néanmoins qu'une unité sur sept cent quarante-deux du demi-diamètre total de la sphère entière du système solaire[1].

	lieues.
[1] Distance de la Terre au Soleil . .	33 millions.
Distance de Saturne au Soleil. . .	313 millions.
Distance de l'aphélie de la comète au Soleil	4354 millions.
Distance de Sirius au Soleil. . .	6771770 millions.
Distance de Sirius au point de l'aphélie de la comète, en supposant qu'en remontant du Soleil la comète ait pointé directement vers Sirius, (supposition qui diminue la distance autant qu'il est possible)	6767216 millions.
Moitié de la distance de Sirius au Soleil, ou profondeur du système solaire et du système sirien.	3385885 millions.
Étendue au delà des limites de l'aphélie des comètes.	3381531 millions.
Ce qui, étant divisé par la distance de l'aphélie de la comète, donne	742 $\frac{1}{2}$ environ.

On peut encore d'une autre manière se former une idée de cette distance immense de Sirius à nous, en se rappelant que le disque du Soleil forme à nos yeux un angle de trente-deux minutes, tandis que celui de Sirius n'en fait pas un d'une seconde; et Sirius étant un soleil comme le nôtre, que nous supposerons d'une égale grandeur, puisqu'il n'y a pas plus de raison de le supposer plus grand que plus petit, il nous paraîtrait aussi grand que le Soleil s'il n'était qu'à la même distance. Prenant donc deux nombres proportionnels au carré de trente-deux minutes et au carré d'une seconde, on aura trois millions six cent quatre-vingt-six mille quatre cents pour la distance de la Terre à Sirius, et un pour sa distance au Soleil; et comme cette unité vaut trente-trois millions de lieues, on voit à combien de milliards de lieues Sirius est loin de nous, puisqu'il faut multiplier ces trente-trois millions par trois millions six cent quatre-vingt-six mille quatre cents; et si nous divisions l'espace entre ces deux Soleils voisins, quoique si fort éloignés, nous verrons que les comètes pourraient s'éloigner à une distance dix-huit cent mille fois plus grande que celle de la Terre au Soleil, sans sortir des limites de l'univers solaire, et sans subir par conséquent d'autres lois que celle de notre Soleil; et de là on peut conclure que le système solaire a pour diamètre une étendue qui, quoique prodigieuse, ne fait néanmoins qu'une très-petite portion des cieux, et l'on en doit inférer une vérité peu connue, c'est que de tous les points de l'univers planétaire, c'est-à-dire que du Soleil, de la Terre et de toutes les autres planètes, le Ciel doit paraître le même.

Lorsque dans une belle nuit l'on considère tous ces feux dont brille la voûte céleste, on imaginerait qu'en se transportant dans une autre planète plus éloignée du Soleil que ne l'est la Terre, on verrait ces astres étincelants grandir et répandre une lumière plus vive, puisqu'on les verrait de plus près. Néanmoins l'espèce de calcul que nous venons de faire démontre que, quand nous serions placés dans Saturne, c'est-à-dire neuf ou dix fois plus loin de notre Soleil, et trois cent millions de lieues plus près de Sirius, il ne nous paraîtrait plus gros que d'une 194021e partie, augmentation qui serait absolument insensible; d'où l'on doit conclure que le Ciel a pour toutes les planètes le même aspect que pour la Terre.

Ainsi, quand même il existerait des comètes dont la période de révolution serait double, triple et même décuple de la période de cinq cent soixante-quinze ans, la plus longue qui nous soit connue; quand les comètes en conséquence pourraient s'enfoncer à une profondeur dix fois plus grande, il y aurait encore un espace soixante-quatorze ou soixante-quinze fois plus profond pour arriver aux derniers confins, tant du système solaire que du système sirien; en sorte qu'en donnant à Sirius autant de grandeur et de puissance qu'en a notre soleil, et supposant dans son système autant ou plus de corps cométaires qu'il n'existe de comètes dans le système solaire, Sirius les régira comme le Soleil régit les siens, et il restera de même un intervalle immense entre les confins des deux empires, intervalle qui ne paraît être qu'un désert dans l'espace, et qui doit faire soupçonner qu'il existe des corps cométaires dont les périodes sont plus longues, et qui parviennent à une beaucoup plus grande distance que nous ne pouvons le déterminer par nos connaissances actuelles. Il se pourrait aussi que Sirius fût un soleil beaucoup plus grand et plus puissant que le nôtre; et si cela était, il faudrait reculer d'autant les bornes de son domaine en les rapprochant de nous, et rétrécir en même raison la circonférence de celui du soleil.

On ne peut s'empêcher de présumer, en effet, que dans ce très-grand nombre d'étoiles fixes qui toutes sont autant de soleils, il n'y en ait de plus grands et de plus petits que le nôtre, d'autres plus ou moins lumineux, quelques-uns plus voisins qui nous sont représentés par ces astres que les astronomes appellent *Étoiles de la première grandeur*, et beaucoup d'autres plus éloignés, qui par cette raison nous paraissent plus petits : les étoiles qu'ils appellent *nébuleuses*, semblent manquer de lumière et de feu, et n'être, pour ainsi dire, allumées qu'à demi; celles qui paraissent et disparaissent alternativement sont peut-être d'une forme aplatie par la violence de la force centrifuge dans leur mouvement de rotation : on voit ces soleils lorsqu'ils montrent leur grande face, et ils disparaissent toutes les fois qu'ils se présentent de côté. Il y a dans ce grand ordre de choses, et dans la nature des astres, les mêmes variétés, les mêmes différences en nombre, grandeur, espace, mouvement, forme et durée; les mêmes rapports, les mêmes degrés, les mêmes nuances qui se trouvent dans tous les autres ordres de la création.

Chacun de ces soleils étant doué comme le nôtre, et comme toute matière l'est, d'une puissance attractive, qui s'étend à une distance indéfinie, et décroit comme l'espace augmente, l'analogie nous conduit à croire qu'il existe dans la sphère de chacun de ces astres lumineux un grand nombre de corps opaques, planètes ou comètes qui circulent autour d'eux, mais que nous n'apercevrons jamais que par l'œil de l'esprit, puisque, étant obscurs et beaucoup plus petits que les soleils qui leur servent de foyer, ils sont hors de la portée de notre vue, et même de tous les arts qui peuvent l'étendre ou la perfectionner.

On pourrait donc imaginer qu'il passe quelquefois des comètes d'un système dans l'autre, et, que s'il s'en trouve sur les confins des deux empires, elles seront saisies par la puissance prépondérante, et forcées d'obéir aux lois d'un nouveau maître. Mais, par l'immensité de l'espace qui se trouve au delà de l'aphélie de nos comètes, il paraît que le souverain ordonnateur a séparé chaque système par des déserts mille et mille fois plus vastes que toute l'étendue des espaces fréquentés. Ces déserts, dont les nombres peuvent à peine sonder la profondeur, sont les barrières éternelles, invincibles, que toutes les forces de la nature créée ne peuvent franchir ni surmonter. Il faudrait, pour qu'il y eût communication d'un système à l'autre, et pour que les sujets d'un empire pussent passer dans un autre, que le siége du trône ne fût pas immobile; car l'étoile fixe, ou plutôt le soleil, le roi de ce système, changeant de lieu, entraînerait à sa suite tous les corps qui dépendent de lui, et pourrait dès lors s'approcher et même s'emparer du domaine d'un autre. Si sa marche se trouvait dirigée vers un astre plus faible, il commencerait par lui enlever les sujets de ses provinces les plus éloignées, ensuite ceux des provinces intérieures; il les forcerait tous à augmenter son cortége en circulant autour de lui; et son voisin, dès lors dénué de ses sujets, n'ayant plus ni planètes ni comètes, perdrait en même temps sa lumière et son feu, que leur mouvement seul peut exciter et entretenir: dès lors cet astre isolé, n'étant plus maintenu dans sa place par l'équilibre des forces, serait contraint de changer de lieu en changeant de nature, et, devenu corps obscur, obéirait comme les autres à la puissance du conquérant, dont le

feu augmenterait à proportion du nombre de ses conquêtes.

Car, que peut-on dire sur la nature du Soleil, sinon que c'est un corps d'nn prodigieux volume, uae masse énorme de matière pénétrée de feu, qui paraît subsister sans aliment comme dans un métal fondu, ou dans un corps solide en incandescence? Et, d'où peut venir cet état constant d'incandescence, cette production toujours renouvelée d'un fen dont la consommation ne paraît entretenue par aucun aliment, et dont la déperdition est nulle ou du moins insensible, quoique constante depuis un si grand nombre de siècles? Y a-t-il, peut-il même y avoir une autre cause de la production et du maintien de ce feu permanent, sinon le mouvement rapide de la forte pression de tous les corps qui circulent autour de ce foyer commun, qui l'échauffent et l'embrasent, comme une roue rapidement tournée embrase son essieu? La pression qu'ils exerceat en vertu de leur pesanteur équivaut au frottement, et même est plus puissante, parce que cette pression est une force pénétrante qai frotte non-seulement la surface extérieure, mais toutes les parties intérieures de la masse; la rapidité de leur mouvement est si graude, que le frottement acquiert une force presque infinie, et met nécessairemeat toute la masse de l'essieu dans un état d'incandescence, de lumière, de chaleur et de feu, qui dès lors n'a pas besoin d'aliment pour être entretenu, et qui, malgré la déperdition qui s'en fait chaque jour par l'émission de la lumière, peut durer des siècles de siècles sans atténuation sensible, les autres soleils rendant au nôtre autant de lumière qu'il leur en envoie, et le plus petit atome de feu ou d'une matière quelconque ne pouvant se perdre nulle part dans un système où tout s'attire.

Si de cette esquisse du grand tableau des cieux que je n'ai tâché de tracer que pour me représenter la proportion des espaces et celle du mouvement des corps qui les parcourent; si de ce point de vue auquel je ne me suis élevé que pour voir plus clairement combien la nature doit être multipliée dans les différentes régions de l'univers, nous descendons à cette portion de l'espace qui nous est mieux connue, et dans laquelle le soleil exerce sa puissance, nous reconnaîtrons que, quoiqu'il régisse par sa force tous les corps qui s'y trouvent, il n'a pas néanmoins la puissance de les vivifier, ni même celle d'y entretenir la végétation et la vie.

Mercure, qui, de tous les corps circulant autour du Soleil, en est le plus voisin, n'en reçoit néanmoins qu'une chaleur $\frac{50}{8}$ fois plus grande que celle que la terre en reçoit, et cette chaleur $\frac{50}{8}$ fois plus grande que la chaleur envoyée du Soleil à la Terre, bien loin d'être brûlante, comme on l'a toujours cru, ne serait pas assez grande pour maintenir la pleine vigueur de la nature vivante; car la chaleur actuelle du Soleil sur la Terre n'étant que $\frac{1}{50}$ de celle de la chaleur propre du globe terrestre, celle du Soleil sur Mercure est par conséquent $\frac{50}{400}$ ou $\frac{1}{8}$ de la chaleur actuelle de la Terre. Or, si l'on diminuait des trois quarts et demi la chaleur qui fait aujoard'hui la température de la Terre, il est sûr que la nature vivante serait au moins bien engourdie, supposé qu'elle ne fût pas éteinte. Et puisque le feu du Soleil ne peut pas seul maintenir la nature organisée dans la planète la plus voisine, combien à plus forte raison ne s'en faut-il pas qu'il puisse vivifier celles qui en sont plus éloignées? Il n'envoie à Vénus qu'une chaleur 50/2[illegible] fois plus graade que celle qu'il envoie à la Terre; et cette chaleur 50/2[illegible] fois plus graude que celle du Soleil sur la Terre, bien loin d'être assez forte pour maintenir la uature vivante, ne suffirait certainement pas pour entretenir la liquidité des eaux, ni peut-être même la fluidité de l'air, puisque notre température actuelle se trouverait refroidie à $\frac{2}{49}$ ou à $\frac{1}{24\frac{1}{2}}$; ce qui est tout près du terme $\frac{1}{25}$ que nous avous donné comme la limite extrême de la plus petite chaleur, relativemeat à la nature vivante. Et, à l'égard de Mars, de Jupiter, de Saturne et de tous leurs satellites, la quantité de chaleur que le Soleil leur envoie est si petite en comparaison de celle qui est nécessaire au maintien de la nature, qu'on pourrait la regarder comme de nul effet, surtout dans les deux plus grosses planètes, qui néanmoins paraissent être les objets essentiels du système solaire.

Toutes les planètes, sans même en excepter Mercure, seraient donc et auraient toujours été des volumes aussi grands qu'inutiles, d'une matière plus que brute, profondément gelée, et par conséquent des lieux inhabités de tous les temps, inhabitables à jamais, si elles ne renfermaient pas au-dedans d'elles-mêmes des trésors d'un feu bien supérieur à celui qu'elles reçoi-

vent du Soleil. Cette quantité de chaleur que notre globe possède en propre, et qui est cinquante fois plus grande que la chaleur qui lui vient du Soleil, est en effet le trésor de la nature, le vrai fonds du feu qui nous anime, ainsi que tous les êtres : c'est cette chaleur intérieure de la Terre qui fait tout germer, tout éclore ; c'est elle qui constitue l'élément du feu, proprement dit, élément qui seul donne le mouvement aux autres éléments, et qui, s'il était réduit à $\frac{1}{50}$, ne pourrait vaincre leur résistance, et tomberait lui-même dans l'inertie. Or, cet élément, le seul actif, le seul qui puisse rendre l'air fluide, l'eau liquide, et la terre pénétrable, n'aurait-il été donné qu'au seul globe terrestre? L'analogie nous permet-elle de douter que les autres planètes ne contiennent de même une quantité de chaleur qui leur appartient en propre, et qui doit les rendre capables de recevoir et de maintenir la nature vivante? N'est-il pas plus grand, plus digne de l'idée que nous devons avoir du Créateur, de penser que partout il existe des êtres qui peuvent le connaître et célébrer sa gloire, que de dépeupler l'univers, à l'exception de la Terre, et de le dépouiller de tous les êtres sensibles, en le réduisant à une profonde solitude, où l'on ne trouverait que le désert de l'espace, et les épouvantables masses d'une matière entièrement inanimée?

Il est donc nécessaire, puisque la chaleur du Soleil est si petite sur la Terre et sur les autres planètes, que toutes possèdent une chaleur qui leur appartient en propre; et nous devons rechercher d'où provient cette chaleur qui seule peut constituer l'élément du feu dans chacune des planètes. Or, où pourrons-nous puiser cette grande quantité de chaleur, si ce n'est dans la source même de toute chaleur, dans le Soleil seul, de la matière duquel les planètes ayant été formées et projetées par une seule et même impulsion, auront toutes conservé leur mouvement dans le même sens, et leur chaleur, à proportion de leur grosseur et de leur densité? Quiconque pèsera la valeur de ces analogies et sentira la force de leurs rapports, ne pourra guère douter que les planètes ne soient issues et sorties du Soleil par le choc d'une comète, parce qu'il n'y a dans le système solaire que les comètes qui soient des corps assez puissants et en assez grand mouvement pour pouvoir communiquer une pareille impulsion aux masses de matière qui composent les planètes. Si l'on réunit à tous les faits sur lesquels j'ai fondé cette hypothèse[1], le nouveau fait de la chaleur propre de la Terre et de l'insuffisance de celle du Soleil pour maintenir la nature, on demeurera persuadé, comme je le suis, que dans le temps de leur formation les planètes et la terre étaient dans un état de liquéfaction, ensuite dans un état d'incandescence, et enfin, dans un état successif de chaleur, toujours décroissante depuis l'incandescence jusqu'à la température actuelle.

Car y a-t-il moyen de concevoir autrement l'origine et la durée de cette chaleur propre de la Terre? Comment imaginer que le feu qu'on appelle *central* pût subsister *en effet* au fond du globe sans air, c'est-à-dire sans son premier aliment? et d'où viendrait ce feu qu'on suppose renfermé dans le centre du globe? Quelle source, quelle origine pourra-t-on lui trouver? Descartes avait déjà pensé que la Terre et les planètes n'étaient que de petits soleils *encroûtés*, c'est-à-dire, éteints. Leibnitz n'a pas hésité à prononcer que le globe terrestre devait sa forme et la consistance de ses matières à l'élément du feu ; et néanmoins ces deux grands philosophes n'avaient pas, à beaucoup près, autant de faits, autant d'observations qu'on en a rassemblé et acquis de nos jours : ces faits sont actuellement en si grand nombre et si bien constatés, qu'il me paraît plus que probable que la Terre, ainsi que les planètes, ont été projetées hors du Soleil, et par conséquent composées de la même matière, qui d'abord étant en liquéfaction, a obéi à la force centrifuge en même temps qu'elle se rassemblait par celle de l'attraction ; ce qui a donné à toutes les planètes la forme renflée sous l'équateur, et aplatie sous les pôles, en raison de la vitesse de leur rotation; qu'ensuite ce grand feu s'étant peu à peu dissipé, l'état d'une température bénigne et convenable à la nature organisée a succédé ou plus tôt ou plus tard dans les différentes planètes, suivant la différence de leur épaisseur et de leur densité. Et quand même il y aurait pour la Terre et pour les planètes d'autres causes particulières de chaleur qui se combineraient avec celles dont nous avons calculé les effets, nos résultats n'en sont par moins curieux, et n'en seront que plus utiles à l'avancement des sciences. Nous parlerons ailleurs de ces causes particulières de

[1] Voyez dans ce volume l'article qui a pour titre : *De la formation des planètes.*

chaleur; tout ce que nous en pouvons dire ici, pour ne pas compliquer les objets, c'est que ces causes particulières pourront prolonger encore le temps du refroidissement du globe et la durée de la nature vivante au delà des termes que nous avons indiqués.

Mais, me dira-t-on, votre théorie est-elle également bien fondée dans tous les points qui lui servent de base? Il est vrai, d'après vos expériences, qu'un globe gros comme la Terre et composé des mêmes matières ne pourrait se refroidir, depuis l'incandescence à la température actuelle, qu'en soixante-quatorze mille ans, et que, pour l'échauffer jusqu'à l'incandescence, il faudrait la quinzième partie de ce temps, c'est-à-dire environ cinq mille ans; et encore faudrait-il que ce globe fût environné pendant tout ce temps du feu le plus violent : dès lors il y a, comme vous le dites, de fortes présomptions que cette grande chaleur de la Terre n'a pu lui être communiquée de loin, et que par conséquent la matière terrestre a fait autrefois partie de la masse du Soleil; mais il ne paraît pas également prouvé que la chaleur de cet astre sur la Terre ne soit aujourd'hui que $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre du globe. Le témoignage de nos sens semble se refuser à cette opinion que vous donnez comme une vérité constante; et quoiqu'on ne puisse pas douter que la Terre n'ait une chaleur propre qui nous est démontrée par sa température toujours égale dans tous les lieux profonds où le froid de l'air ne peut communiquer, en résulte-t-il que cette chaleur, qui ne nous paraît être qu'une température médiocre, soit néanmoins cinquante fois plus grande que la chaleur du Soleil, qui semble nous brûler?

Je puis satisfaire pleinement à ces objections; mais il faut auparavant réfléchir avec moi sur la nature de nos sensations. Une différence très-légère, et souvent imperceptible dans la réalité ou dans la mesure des causes qui nous affectent, en produit une prodigieuse dans leurs effets. Y a-t-il rien de plus voisin du très-grand plaisir que la douleur? Et qui peut assigner la distance entre le chatouillement vif qui nous remue délicieusement, et le frottement qui nous blesse, entre le feu qui nous réchauffe et celui qui nous brûle, entre la lumière qui réjouit nos yeux et celle qui les offusque, entre la saveur qui flatte notre goût et celle qui nous déplaît, entre l'odeur dont une petite dose nous affecte agréablement d'abord et bientôt nous donne des nausées? On doit donc cesser d'être étonné qu'une petite augmentation de chaleur telle que $\frac{1}{50}$ puisse nous paraître si sensible, et que les limites du plus grand chaud de l'été au plus grand froid de l'hiver soient entre sept et huit, comme l'a dit M. Amontons, ou même entre trente et un et trente-deux, comme M. de Mairan l'a trouvé en prenant tous les résultats des observations faites sur cela pendant cinquante-six années consécutives.

Mais il faut avouer que, si l'on voulait juger de la chaleur réelle du globe d'après les rapports que ce dernier auteur nous a donnés des émanations de la chaleur terrestre aux accessions de la chaleur solaire dans ce climat, il se trouverait que leur rapport étant à peu près :: 29 : 1 en été, et :: 471 ou même :: 491 en hiver : 1; il se trouverait, dis-je, en joignant ces deux rapports, que la chaleur solaire ne serait à la chaleur terrrstre que :: $\frac{1}{500}$: 2, ou :: $\frac{1}{250}$: 1. Mais cette estimation serait fautive, et l'erreur deviendrait d'autant plus grande que les climats seraient plus froids. Il n'y a donc que celui de l'équateur jusqu'aux tropiques, où la chaleur étant en toutes saisons presque égale, on puisse établir avec fondement la proportion entre la chaleur des émanations de la terre et des accessions de la chaleur solaire. Or, ce rapport dans tout ce vaste climat, où les étés et les hivers sont presque égaux, est à très-peu près :: 50 : 1. C'est par cette raison que j'ai adopté cette proportion, et que j'en ai fait la base du calcul de mes recherches.

Néanmoins je ne prétends pas assurer affirmativement que la chaleur propre de la Terre soit réellement cinquante fois plus grande que celle qui lui vient du Soleil; comme cette chaleur du globe appartient à toute la matière terrestre, dont nous faisons partie, nous n'avons point de mesure que nous puissions en séparer, ni par conséquent d'unité sensible et réelle à laquelle nous puissions la rapporter. Mais, quand même on voudrait que la chaleur solaire fût plus grande ou plus petite que nous ne l'avons supposée, relativement à la chaleur terrestre, notre théorie ne changerait que par la proportion des résultats.

Par exemple, si nous renfermons toute l'étendue de nos sensations du plus grand chaud au plus grand froid dans les limites données par les observations de M. Amontons, c'est-à-dire entre sept et huit ou dans $\frac{1}{8}$, et qu'en même temps nous supposions que la chaleur du Soleil

peut produire seule cette différence de nos sensations, on aura dès lors la proportion de huit à un de la chaleur propre du globe terrestre à celle qui lui vient du Soleil, et par conséquent la compensation que fait actuellement sur la Terre cette chaleur du Soleil serait de $\frac{1}{8}$, et la compensation qu'elle a faite dans le temps de l'incandescence aura été $\frac{1}{200}$. Ajoutant deux de ces termes, on a $\frac{26}{200}$, qui, multipliés par $12\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{325}{200}$ ou $1\frac{5}{8}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant la période de soixante-quatorze mille quarante-sept ans du refroidissement de la Terre à la température actuelle. Et, comme la perte totale de la chaleur propre est à la compensation totale en même raison que le temps de la période est à celui du refroidissement, on aura $25 : 1\frac{5}{8} :: 74047 : 4813\frac{4}{25}$; en sorte que le refroidissement du globe de la Terre, au lieu de n'avoir été prolongé que de sept cent soixante-dix ans, l'aurait été de $4813\frac{4}{25}$ ans; ce qui, joint au prolongement plus long que produirait aussi la chaleur de la Lune dans cette supposition, donnerait plus de cinq mille ans, dont il faudrait encore reculer la date de la formation des planètes.

Si l'on adopte les limites données par M. de Mairan, qui sont de trente et un à trente-deux, et qu'on suppose que la chaleur solaire n'est que $\frac{1}{32}$ de celle de la Terre, on n'aura que le quart de ce prolongement, c'est-à-dire environ douze cent cinquante ans, au lieu de sept cent soixante-dix que donne la supposition de $\frac{1}{50}$ que nous avons adoptée.

Mais, au contraire, si l'on supposait que la chaleur du Soleil n'est que $\frac{1}{250}$ de celle de la Terre, comme cela parait résulter des observations faites au climat de Paris, on aurait pour la compensation dans le temps de l'incandescence $\frac{1}{6250}$, et $\frac{1}{250}$ pour la compensation à la fin de la période de soixante-quatorze mille quarante-sept ans du refroidissement du globe terrestre à la température actuelle, et l'on trouverait $\frac{13}{250}$ pour la compensation totale faite par la chaleur du Soleil pendant cette période: ce qui ne donnerait que cent cinquante-quatre ans, c'est-à-dire le cinquième de sept cent soixante-dix ans pour le temps du prolongement du refroidissement. Et de même, si, au lieu de $\frac{1}{50}$ nous supposions que la chaleur solaire fût $\frac{1}{10}$ de la chaleur terrestre, nous trouverions que le temps du prolongement serait cinq fois plus long, c'est-à-dire de trois mille huit cent cinquante ans; en sorte que plus on voudra augmenter la chaleur qui nous vient du Soleil, relativement à celle qui émane de la Terre, et plus on étendra la durée de la nature, et l'on reculera le terme de l'antiquité du monde: car, en supposant que cette chaleur du Soleil sur la Terre fût égale à la chaleur propre du globe, on trouverait que le temps du prolongement serait de trente-huit mille cinq cent quatre ans; ce qui, par conséquent, donnerait à la Terre trente-huit ou trente-neuf mille ans d'ancienneté de plus.

Si l'on jette les yeux sur la table que M. de Mairan a dressée avec grande exactitude, et dans laquelle il donne la proportion de la chaleur qui nous vient du Soleil à celle qui émane de la Terre dans tous les climats, on y reconnaîtra d'abord un fait bien avéré, c'est que dans tous les climats où l'on a fait des observations, les étés sont égaux, tandis que les hivers sont prodigieusement inégaux. Ce savant physicien attribue cette égalité constante de l'intensité de la chaleur pendant l'été dans tous les climats à la compensation réciproque de la chaleur solaire et de la chaleur des émanations du feu central: *Ce n'est donc pas ici* (dit-il page 253) *une affaire de choix de système ou de convenance, que cette marche alternativement décroissante et croissante des émanations centrales en inverse des étés solaires, c'est le fait même*, etc.; en sorte que, selon lui, les émanations de la chaleur de la Terre croissent ou décroissent précisément dans la même raison que l'action de la chaleur du Soleil décroit et croit dans les différents climats; et comme cette proportion d'accroissement et de décroissement entre la chaleur terrestre et la chaleur solaire lui parait, avec raison, très-étonnante suivant sa théorie, et qu'en même temps il ne peut pas douter du fait, il tâche de l'expliquer en disant: *Que le globe terrestre étant d'abord une pâte molle de terre et d'eau, venant à tourner sur son axe, et continuellement exposée aux rayons du Soleil, selon tous les aspects annuels des climats, s'y sera durci vers la surface, et d'autant plus profondément, que ses parties y seront plus exactement exposées. Et si un terrain plus dur, plus compacte, plus épais, et en général plus difficile à pénétrer, devient dans ces mêmes rapports un obstacle d'autant plus grand aux émanations du feu intérieur*

de la Terre, COMME IL EST ÉVIDENT QUE CELA DOIT ARRIVER, *ne voilà-t-il pas dès lors ces obstacles en raison directe des différentes chaleurs de l'été solaire, et les émanations centrales en inverse de ces mêmes chaleurs? et qu'est-ce alors autre chose que l'inégalité universelle des étés? car, supposant ces obstacles ou ces retranchements de chaleur faits à l'émanation constante et primitive, exprimés par les valeurs mêmes des étés solaires, c'est-à-dire dans la plus parfaite et la plus visible de toutes les proportionnalités, l'égalité, il est clair qu'on ne retranche d'un côté à la même grandeur que ce qu'on y ajoute de l'autre, et que par conséquent les sommes ou les étés en seront toujours et partout les mêmes. Voilà donc* (ajoute-t-il) *cette égalité surprenante des étés dans tous les climats de la Terre, ramenée à un principe intelligible; soit que la Terre, d'abord fluide, ait été durcie ensuite par l'action du Soleil, du moins vers les dernières couches qui la composent; soit que Dieu l'ait créée tout d'un coup dans l'état où les causes physiques et les lois du mouvement l'auraient amenée.* Il me semble que l'auteur aurait mieux fait de s'en tenir bonnement à cette dernière cause, qui dispense de toutes recherches et de toutes spéculations, que de donner une explication qui pèche non-seulement dans le principe, mais dans presque tous les points des conséquences qu'on en pourrait tirer.

Car y a-t-il rien de plus indépendant l'un de l'autre que la chaleur qui appartient en propre à la Terre, et celle qui lui vient du dehors? Est-il naturel, est-il même raisonnable d'imaginer qu'il existe réellement dans la nature une loi de calcul par laquelle les émanations de cette chaleur intérieure du globe suivraient exactement l'inverse des accessions de la chaleur du Soleil sur la Terre, et cela dans une proportion si précise, que l'augmentation des unes compenserait exactement la diminution des autres? Il ne faut qu'un peu de réflexion pour se convaincre que ce rapport purement idéal n'est nullement fondé, et que par conséquent le fait très-réel de l'égalité des étés, ou de l'égale intensité de chaleur en été dans tous les climats, ne dérive pas de cette combinaison précaire dont ce physicien fait un principe, mais d'une cause toute différente que nous allons exposer.

Pourquoi dans tous les climats de la terre où l'on a fait des observations suivies avec des thermomètres comparables, se trouve-t-il que les étés, (c'est-à-dire l'intensité de la chaleur en été) sont égaux, tandis que les hivers (c'est-à-dire l'intensité de la chaleur en hiver) sont prodigieusement différents et d'autant plus inégaux qu'on s'avance plus vers les zônes froides? Voilà la question. Le fait est vrai : mais l'explication qu'en donne l'habile physicien que je viens de citer me paraît plus que gratuite ; elle nous renvoie directement aux causes finales qu'il croyait éviter : car n'est-ce pas nous dire pour toute explication que le Soleil et la Terre ont d'abord été dans un état tel que la chaleur de l'un pouvait cuire les couches extérieures de l'autre, et les durcir précisément à un tel degré, que les émanations de la chaleur terrestre trouveraient toujours des obstacles à leur sortie, qui seraient exactement en proportion des facilités avec lesquelles la chaleur du Soleil arrive à chaque climat ; et que de cette admirable contexture des couches de la Terre, qui permettent plus ou moins l'issue des émanations du feu central, il résulte sur la surface de la Terre une compensation exacte de la chaleur solaire et de la chaleur terrestre, ce qui néanmoins rendrait les hivers égaux partout aussi bien que les étés ; mais que dans la réalité, comme il n'y a que les étés d'égaux dans tous les climats, et que les hivers y sont au contraire prodigieusement inégaux, il faut bien que ces obstacles mis à la liberté des émanations centrales soient encore plus grands qu'on ne vient de les supposer, et qu'ils soient en effet et très-réellement dans la proportion qu'exige l'inégalité des hivers des différents climats? Or, qui ne voit que ces petites combinaisons ne sont point entrées dans le plan du souverain Être, mais seulement dans la tête du physicien, qui, ne pouvant expliquer cette égalité des étés et cette inégalité des hivers, a eu recours à deux suppositions qui n'ont aucun fondement, et à des combinaisons qui n'ont pu même à ses yeux avoir d'autre mérite que celui de s'accommoder à sa théorie, et de ramener, comme il le dit, cette égalité *surprenante* des étés à un *principe intelligible?* Mais ce principe une fois entendu n'est qu'une combinaison de deux suppositions, qui toutes deux sont de l'ordre de celles qui rendraient possible l'impossible, et dès lors présenteraient en effet l'absurde comme intelligible.

Tous les physiciens qui se sont occupés de cet objet conviennent avec moi que le globe

terrestre possède en propre une chaleur indépendante de celle qui lui vient du Soleil : dès lors n'est-il pas évident que cette chaleur propre serait égale sur tous les points de la surface du globe, abstraction faite de celle du Soleil, et qu'il n'y aurait d'autre différence à cet égard que celle qui doit résulter du renflement de la terre à l'équateur, et de son aplatissement sous les pôles? différence qui, étant en même raison à peu près que les deux diamètres, n'excede pas $\frac{1}{230}$; en sorte que la chaleur propre du sphéroïde terrestre doit être de $\frac{1}{230}$ plus grande sous l'équateur que sous les pôles. La déperdition qui s'en est faite et le temps du refroidissement doit donc avoir été plus prompt dans les climats septentrionaux, où l'épaisseur du globe est moins grande que dans les climats du midi ; mais cette différence de $\frac{1}{230}$ ne peut pas produire celle de l'inégalité des émanations centrales, dont le rapport à la chaleur du soleil en hiver étant :: 50 : 1 dans les climats voisins de l'équateur, se trouve déjà double au vingt-septième degré, triple au trente-cinquième, quadruple au quarantième, décuple au quarante-neuvième, et trente-cinq fois plus grand au soixantième degré de latitude. Cette cause qui se présente la première contribue au froid des climats septentrionaux ; mais elle est insuffisante pour l'effet de l'inégalité des hivers, puisque cet effet serait trente-cinq fois plus grand que sa cause au soixantième degré, plus grand encore et même excessif dans les climats plus voisins du pôle, et qu'en même temps il ne serait nulle part proportionnel à cette même cause.

D'autre côté, ce serait sans aucun fondement qu'on voudrait soutenir que dans un globe qui a reçu ou qui possède un certain degré de chaleur, il pourrait y avoir des parties beaucoup moins chaudes les unes que les autres. Nous connaissons assez le progrès de la chaleur et les phénomènes de sa communication pour être assurés qu'elle se distribue toujours également, puisqu'en appliquant un corps, même froid, sur un corps chaud, celui-ci communiquera nécessairement à l'autre assez de chaleur pour que tous deux soient bientôt au même degré de température. L'on ne doit donc pas supposer qu'il y ait, vers le climat des pôles, des couches de matières moins chaudes, moins perméables à la chaleur, que dans les autres climats ; car, de quelque nature qu'on les voulût supposer, l'expérience nous démontre qu'en un très-petit temps elles seraient devenues aussi chaudes que les autres.

Les grands froids du nord ne viennent donc pas de ces prétendus obstacles qui s'opposeraient à la sortie de la chaleur, ni de la petite différence que doit produire celle des diamètres du sphéroïde terrestre ; et il m'a paru, après y avoir réfléchi, qu'on devait attribuer l'égalité des étés et la grande inégalité des hivers à une cause bien plus simple, et qui néanmoins a échappé à tous les physiciens.

Il est certain que, comme la chaleur propre de la Terre est beaucoup plus grande que celle qui lui vient du Soleil, les étés doivent paraître, à très-peu près, égaux partout, parce que cette même chaleur du Soleil ne fait qu'une petite augmentation au fonds réel de la chaleur propre, et que, par conséquent, si cette chaleur envoyée du Soleil n'est que de $\frac{1}{50}$ de la chaleur propre du globe, le plus ou moins de séjour de cet astre sur l'horizon, sa plus grande ou sa moindre obliquité sur le climat, et même son absence totale, ne produirait que $\frac{1}{50}$ de différence sur la température du climat, et que dès lors les étés doivent paraître, et sont en effet à très-peu près égaux dans tous les climats de la Terre. Mais, ce qui fait que les hivers sont si fort inégaux, c'est que les émanations de cette chaleur intérieure du globe se trouvent en très-grande partie supprimées dès que le froid et la gelée resserrent et consolident la surface de la Terre et des eaux. Comme cette chaleur qui sort du globe décroît dans les airs à mesure et en même raison que l'espace augmente, elle a déjà beaucoup perdu à une demi-lieue ou à une lieue de hauteur; la seule condensation de l'air, par cette cause, suffit pour produire des vents froids qui, se rabattant sur la surface de la Terre, la resserrent et la gèlent [1]. Tant que dure ce resserrement de la couche extérieure de la Terre, les émanations de la chaleur intérieure sont retenues, et le froid paraît et est en effet très-considérablement augmenté par cette suppression d'une partie de cette chaleur : mais, dès que l'air devient plus doux, et que la couche superficielle du globe perd sa rigidité, la chaleur, retenue pen-

[1] On s'aperçoit de ces vents rabattus toutes les fois qu'il doit geler ou tomber de la neige ; le vent, sans même être très-violent, se rabat par les cheminées, et chasse dans la chambre les cendres du foyer : cela ne manque jamais d'arriver, surtout pendant la nuit, lorsque le feu est éteint ou couvert.

dant tout le temps de la gelée, sort en plus grande abondance que dans les climats où il ne gele pas, en sorte que la somme des émanations de la chaleur devient égale et la même partout; et c'est par cette raison que les plantes végètent plus vite, et que les récoltes se font en beaucoup moins de temps dans les pays du nord; c'est par la même raison qu'on y ressent souvent, au commencement de l'été, des chaleurs insoutenables, etc.

Si l'on voulait douter de la suppression des émanations de la chaleur intérieure par l'effet de la gelée, il ne faut, pour s'en convaincre, que se rappeler des faits connus de tout le monde. Qu'après une gelée il tombe de la neige, on la verra se fondre sur tous les puits, les aqueducs, les citernes, les ciels de carrière, les voûtes des fosses souterraines ou des galeries des mines, lors même que ces profondeurs, ces puits ou ces citernes ne contiennent point d'eau. Les émanations de la Terre ayant leur libre issue par ces espèces de cheminées, le terrain qui en recouvre le sommet n'est jamais gelé au même degré que la terre pleine; il permet aux émanations leur cours ordinaire, et leur chaleur suffit pour fondre la neige sur tous ces endroits creux, tandis qu'elle subsiste et demeure sur tout le reste de la surface où la terre n'est point excavée.

Cette suppression des émanations de la chaleur propre de la Terre se fait, non-seulement par la gelée, mais encore par le simple resserrement de la Terre, souvent occasionné par un moindre degré de froid que celui qui est nécessaire pour en geler la surface. Il y a très-peu de pays où il gèle dans les plaines au delà du trente-cinquième degré de latitude, surtout dans l'hémisphère boréal; il semble donc que depuis l'équateur jusqu'au trente-cinquième degré les émanations de la chaleur terrestre ayant toujours leur libre issue, il ne devrait y avoir presque aucune différence de l'hiver à l'été, puisque cette différence ne pourrait provenir que de deux causes, toutes deux trop petites pour produire un résultat sensible. La première de ces causes est la différence de l'action solaire : mais comme cette action elle-même est beaucoup plus petite que celle de la chaleur terrestre, leur différence devient dès lors si peu considérable, qu'on peut la regarder comme nulle. La seconde cause est l'épaisseur du globe, qui, vers le trente-cinquième degré, est à peu près de $\frac{1}{590}$ moindre qu'à l'équateur : mais cette différence ne peut encore produire qu'un très-petit effet, qui n'est nullement proportionnel à celui que nous indiquent les observations, puisqu'à trente-cinq degrés le rapport des émanations de la chaleur terrestre à la chaleur solaire est, en été, de trente-trois à un, et en hiver, de cent cinquante-trois à un, ce qui donnerait cent quatre-vingt-six à deux, ou quatre-vingt-treize à un. Ce ne peut donc être qu'au resserrement de la terre occasionné par le froid, ou même au froid produit par les pluies durables qui tombent dans ces climats, qu'on peut attribuer cette différence de l'hiver à l'été : le resserrement de la Terre par le froid supprime une partie des émanations de la chaleur intérieure, et le froid, toujours renouvelé par la chute des pluies, diminue l'intensité de cette même chaleur; ces deux causes produisent donc ensemble la différence de l'hiver à l'été.

D'après cet exposé, il me semble que l'on est maintenant en état d'entendre pourquoi les hivers semblent être si différents. Ce point de physique générale n'avait jamais été discuté; personne, avant M. de Mairan, n'avait même cherché les moyens de l'expliquer, et nous avons démontré précédemment l'insuffisance de l'explication qu'il en donne : la mienne, au contraire, me paraît si simple et si bien fondée, que je ne doute pas qu'elle ne soit entendue par tous les bons esprits.

Après avoir prouvé que la chaleur qui nous vient du Soleil est fort inférieure à la chaleur propre de notre globe; après avoir exposé qu'en ne la supposant que de $\frac{1}{50}$, le refroidissement du globe à la température actuelle n'a pu se faire qu'en soixante-quatorze mille huit cent trente-deux ans; après avoir montré que le temps de ce refroidissement serait encore plus long si la chaleur envoyée par le Soleil à la Terre était dans un rapport plus grand, c'est-à-dire de $\frac{1}{25}$ ou de $\frac{1}{10}$ au lieu de $\frac{1}{50}$, on ne pourra pas nous blâmer d'avoir adopté la proportion qui nous paraît la plus plausible par les raisons physiques, et en même temps la plus concevable, pour ne pas trop étendre et reculer trop loin le temps du commencement de la nature, que nous avons fixé à trente-sept ou trente-huit mille ans, à dater en arrière de ce jour.

J'avoue néanmoins que ce temps, tout considérable qu'il est, ne me paraît pas encore assez grand, assez long pour certains changements.

certaines altérations successives que l'histoire naturelle nous démontre, et qui semblent avoir exigé une suite de siècles encore plus longue : je serais donc très-porté à croire que, dans le réel, les temps ci-devant indiqués pour la durée de la nature doivent être augmentés peut-être du double, si l'on veut se trouver à l'aise pour l'explication de tous les phénomènes. Mais, je le répète, je m'en suis tenu aux moindres termes, et j'ai restreint les limites du temps autant qu'il était possible de le faire, sans contredire les faits et les expériences.

On pourra peut-être chicaner ma théorie par une autre objection qu'il est bon de prévenir. On me dira que j'ai supposé, d'après Newton, la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du soleil d'été, et la chaleur du fer rouge huit fois plus grande que celle de l'eau bouillante, c'est-à-dire, vingt-quatre ou vingt-cinq fois plus grande que celle de la température actuelle de la Terre, et qu'il entre de l'hypothétique dans cette supposition, sur laquelle j'ai néanmoins fondé la seconde base de mes calculs, dont les résultats seraient sans doute fort différents, si cette chaleur du fer rouge ou du verre en incandescence, au lieu d'être en effet vingt-cinq fois plus grande que la chaleur actuelle du globe, n'était, par exemple, que cinq ou six fois aussi grande.

Pour sentir la valeur de cette objection, faisons d'abord le calcul du refroidissement de la Terre, dans cette supposition qu'elle n'était, dans le temps de l'incandescence, que cinq fois plus chaude qu'elle ne l'est aujourd'hui, en supposant, comme dans les autres calculs, que la chaleur solaire n'est que $\frac{1}{50}$ de la chaleur terrestre. Cette chaleur solaire, qui fait aujourd'hui compensation de $\frac{1}{50}$, n'aurait fait compensation que de $\frac{1}{250}$ dans le temps de l'incandescence. Ces deux termes ajoutés donnent $\frac{6}{250}$, qui, multipliés par $2\frac{1}{2}$, moitié de la somme de tous les termes de la diminution de la chaleur, donnent $\frac{15}{250}$ pour la compensation totale qu'a faite la chaleur du Soleil pendant la période entière de la déperdition de la chaleur propre du globe, qui est de soixante-quatorze mille quarante-sept ans. Ainsi l'on aura $5 : \frac{15}{250} :: 74047 : 888\frac{14}{25}$. D'où l'on voit que le prolongement du refroidissement, qui, pour une chaleur vingt-cinq fois plus grande que la température actuelle, n'a été que de sept cent soixante-dix ans, aurait été de $888\frac{14}{25}$ dans la supposition que cette première chaleur n'aurait été que cinq fois plus grande que cette même température actuelle. Cela seul nous fait voir que, quand même on voudrait supposer cette chaleur primitive fort au-dessous de vingt-cinq, il n'en résulterait qu'un prolongement plus long pour le refroidissement du globe, et cela seul me paraît suffire aussi pour satisfaire à l'objection.

Enfin, me dira-t-on, vous avez calculé la durée du refroidissement des planètes, non-seulement par la raison inverse de leurs diamètres, mais encore par la raison inverse de leur densité : cela serait fondé, si l'on pouvait imaginer qu'il existe en effet des matières dont la densité serait aussi différente de celle de notre globe; mais en existe-t-il? Quelle sera, par exemple, la matière dont vous composerez Saturne, puisque sa densité est plus de cinq fois moindre que celle de la Terre?

A cela je réponds qu'il serait aisé de trouver, dans le genre végétal, des matières cinq ou six fois moins denses qu'une masse de fer, de marbre blanc, de grès, de marbre commun et de pierre calcaire dure, dont nous savons que la Terre est principalement composée : mais sans sortir du règne minéral, et considérant la densité de ces cinq matières, on a, pour celle du fer, $21\frac{19}{72}$; pour celle du marbre blanc, $8\frac{25}{72}$; pour celle du grès, $7\frac{24}{72}$; pour celle du marbre commun et de la pierre calcaire dure, $7\frac{20}{72}$: prenant le terme moyen des densités de ces cinq matières, dont le globe terrestre est principalement composé, on trouve que sa densité est $10\frac{5}{18}$. Il s'agit donc de trouver une matière dont la densité soit $1\frac{891\frac{1}{2}}{1000}$; ce qui est le même rapport de cent quatre-vingt-quatre, densité de Saturne, à mille, densité de la Terre. Or cette matière serait une espèce de pierre ponce un peu moins dense que la pierre ponce ordinaire, dont la densité relative est ici de $1\frac{23}{72}$: il paraît donc que Saturne est principalement composé d'une matière légère semblable à la pierre ponce.

De même la densité de la Terre étant à celle de Jupiter :: 1000 : 292, ou :: $10\frac{5}{18} : 3\frac{1\frac{1}{2}}{1000}$, on doit croire que Jupiter est composé d'une matière plus dense que la pierre ponce, et moins dense que la craie.

La densité de la Terre étant à celle de la Lune :: 1000 : 702, ou :: $10\frac{5}{18} : 7\frac{215}{1000}$, cette planète secondaire est composée d'une matière dont la densité n'est pas tout à fait si grande que celle

de la pierre calcaire dure, mais plus grande que celle de la pierre calcaire tendre.

La densité de la Terre étant à celle de Mars :: 1000 : 730, ou :: $10\frac{5}{18}$: $7\frac{502}{1000}$, on doit croire que cette planète est composée d'une matière dont la densité est un peu plus grande que celle du grès, et moins grande que celle du marbre blanc.

Mais la densité de la Terre étant à celle de Vénus :: 1000 : 1270, ou :: $10\frac{5}{18}$: $13\frac{52\frac{1}{2}}{1000}$, on peut croire que cette planète est principalement composée d'une matière plus dense que l'émeri, et moins dense que le zinc.

Enfin, la densité de la Terre étant à celle de Mercure :: 1000 : 2040, ou :: $10\frac{5}{18}$: $20\frac{956\frac{1}{1}}{1000}$, on doit croire que cette planète est composée d'une matière un peu moins dense que le fer, mais plus dense que l'étain.

Hé! comment, dira-t-on, la nature vivante, que vous supposez établie partout, peut-elle exister sur des planètes de fer, d'émeri ou de pierre ponce? Par les mêmes causes, répondrai-je, et par les mêmes moyens qu'elle existe sur le globe terrestre, quoique composé de pierre, de grès, de marbre, de fer et de verre. Il en est des autres planètes comme de notre globe : leur fonds principal est une des matières que nous venons d'indiquer; mais les causes extérieures auront bientôt altéré la couche superficielle de cette matière, et selon les différents degrés de chaleur ou de froid, de sécheresse ou d'humidité, elles auront converti en assez peu de temps cette matière, de quelque nature qu'on la suppose, en une terre féconde et propre à recevoir les germes de la nature organisée, qui tous n'ont besoin que de chaleur et d'humidité pour se développer.

Après avoir satisfait aux objections qui paraissent se présenter les premières, il est nécessaire d'exposer les faits et les observations par lesquelles on s'est assuré que la chaleur du Soleil n'est qu'un accessoire, un petit complément à la chaleur réelle qui émane continuellement du globe de la Terre; et il sera bon de faire voir en même temps comment les thermomètres comparables nous ont appris d'une manière certaine que le chaud de l'été est égal dans tous les climats de la Terre, à l'exception de quelques endroits, comme le Sénégal, et de quelques autres parties de l'Afrique, où la chaleur est plus grande qu'ailleurs, par des raisons particulières dont nous parlerons lorsqu'il s'agira d'examiner les exceptions à cette règle générale.

On peut démontrer, par des évaluations incontestables, que la lumière, et par conséquent la chaleur envoyée du Soleil à la Terre en été, est très-grande en comparaison de la chaleur envoyée par ce même astre en hiver, et que néanmoins, par des observations très-exactes et très-réitérées, la différence de la chaleur réelle de l'été à celle de l'hiver est fort petite. Cela seul serait suffisant pour prouver qu'il existe dans le globe terrestre une très-grande chaleur, dont celle du Soleil ne fait que le complément; car, en recevant les rayons du Soleil sur le même thermomètre en été et en hiver, M. Amontons a le premier observé que les plus grandes chaleurs de l'été dans notre climat ne diffèrent du froid de l'hiver, lorsque l'eau se congèle, que comme sept diffère de six, tandis qu'on peut démontrer que l'action du Soleil en été est environ soixante-six fois plus grande que celle du Soleil en hiver : on ne peut donc pas douter qu'il n'y ait un fonds de très-grande chaleur dans le globe terrestre, sur lequel, comme base, s'élèvent les degrés de la chaleur qui nous vient du Soleil, et que les émanations de ce fonds de chaleur à la surface du globe ne nous donnent une quantité de chaleur beaucoup plus grande que celle qui nous arrive du Soleil.

Si l'on demande comment on a pu s'assurer que la chaleur envoyée par le Soleil en été est soixante-six fois plus grande que la chaleur envoyée par ce même astre en hiver dans notre climat, je ne puis mieux répondre qu'en renvoyant aux Mémoires donnés par feu M. de Mairan en 1719, 1722 et 1765, et insérés dans ceux de l'Académie, où il examine avec une attention scrupuleuse les causes de la vicissitude des saisons dans les différents climats. Ces causes peuvent se réduire à quatre principales, savoir : 1° l'inclinaison sous laquelle tombe la lumière du Soleil, suivant les différentes hauteurs de cet astre sur l'horizon; 2° l'intensité de la lumière, plus ou moins grande à mesure que son passage dans l'atmosphère est plus ou moins oblique; 3° la différente distance de la Terre au Soleil en été et en hiver; 4° l'inégalité de la longueur des jours dans les climats différents. Et, en partant du principe que la quantité de la chaleur est proportionnelle à l'action de la lu-

mière, on se démontrera aisément à soi-même que ces quatre causes réunies, combinées et comparées, diminuent pour notre climat cette action de la chaleur du Soleil dans un rapport d'environ soixante-six à un du solstice d'été au solstice d'hiver. Et, en supposant l'affaiblissement de l'action de la lumière par ces quatre causes, c'est-à-dire, 1° par la moindre ascension ou élévation du Soleil à midi du solstice d'hiver, en comparaison de son ascension à midi du solstice d'été; 2° par la diminution de l'intensité de la lumière qui traverse plus obliquement l'atmosphère au solstice d'hiver qu'au solstice d'été; 3° par la plus grande proximité de la Terre au Soleil en hiver qu'en été; 4° par la diminution de la continuité de la chaleur produite par la moindre durée du jour, ou par la plus longue absence du Soleil au solstice d'hiver, qui, dans notre climat, est à peu près double de celle du solstice d'été, on ne pourra pas douter que la différence ne soit en effet très-grande et environ de soixante-six à un dans notre climat; et cette vérité de théorie peut être regardée comme aussi certaine que la seconde vérité, qui est d'expérience et qui nous démontre, par les observations du thermomètre exposé immédiatement aux rayons du Soleil en hiver et en été, que la différence de la chaleur réelle dans ces deux temps n'est néanmoins tout au plus que de sept à six. Je dis tout au plus; car cette détermination donnée par M. Amontons n'est pas, à beaucoup près, aussi exacte que celle qui a été faite par M. de Mairan d'après un grand nombre d'observations ultérieures, par lesquelles il prouve que ce rapport est :: 32 : 31. Que doit donc indiquer cette prodigieuse inégalité entre ces deux rapports de l'action de la chaleur solaire en été et en hiver, qui est de soixante-six à un, et de celle de la chaleur réelle, qui n'est que de trente-deux à trente un de l'été à l'hiver? N'est-il pas évident que la chaleur propre du globe de la Terre est nombre de fois plus grande que celle qui lui vient du Soleil? Il paraît en effet que dans le climat de Paris cette chaleur de la Terre est vingt-neuf fois plus grande en été, et quatre cent quatre-vingt-onze fois plus grande en hiver que celle du Soleil, comme l'a déterminé M. de Mairan. Mais j'ai déjà averti qu'on ne devait pas conclure de ces deux rapports combinés le rapport réel de la chaleur du globe de la Terre à celle qui lui vient du Soleil, et j'ai donné les raisons qui m'ont décidé à supposer qu'on peut estimer cette chaleur du Soleil cinquante fois moindre que la chaleur qui émane de la Terre.

Il nous reste maintenant à rendre compte des observations faites avec les thermomètres. On a recueilli, depuis l'année 1701 jusqu'en 1756 inclusivement, le degré du plus grand chaud et celui du plus grand froid qui s'est fait à Paris chaque année : on en a fait une somme, et l'on a trouvé qu'année commune tous les thermomètres, réduits à la division de Réaumur, ont donné mille vingt-six, pour la plus grande chaleur de l'été, c'est-à-dire vingt-six degrés au-dessus du point de la congélation de l'eau. On a trouvé de même que le degré commun du plus grand froid de l'hiver a été, pendant ces cinquante-six années, de neuf cent quatre-vingt-quatorze, ou de six degrés au-dessous de la congélation de l'eau : d'où l'on a conclu, avec raison, que le plus grand chaud de nos étés à Paris ne diffère du plus grand froid de nos hivers que de $\frac{1}{32}$, puisque 994 : 1026 :: 31 : 32. C'est sur ce fondement que nous avons dit que le rapport du plus grand chaud au plus grand froid n'était que :: 32 : 31. Mais on peut objecter contre la précision de cette évaluation le défaut de construction du thermomètre, division de Réaumur, auquel on réduit ici l'échelle de tous les autres; et ce défaut est de ne partir que de mille degrés au-dessous de la glace, comme si ce millième degré était en effet celui du froid absolu; tandis que le froid absolu n'existe point dans la nature, et que celui de la plus petite chaleur devrait être supposé de dix mille au lieu de mille, ce qui changerait la graduation du thermomètre. On peut encore dire qu'à la vérité il n'est pas impossible que toutes nos sensations entre le plus grand chaud et le plus grand froid soient comprises dans un aussi petit intervalle que celui d'une unité sur trente-deux de chaleur, mais que la voix du sentiment semble s'élever contre cette opinion, et nous dire que cette limite est trop étroite, et que c'est bien assez réduire cet intervalle que de lui donner un huitième ou un septième au lieu d'un trente-deuxième.

Mais, quoi qu'il en soit de cette évaluation, qui se trouvera peut-être encore trop forte lorsqu'on aura des thermomètres mieux construits, on ne peut pas douter que la chaleur de la Terre, qui sert de base à la chaleur réelle que nous éprouvons, ne soit très-considérablement

plus grande que celle qui nous vient du Soleil, et que cette dernière n'en soit qu'un petit complément. De même, quoique les thermomètres dont on s'est servi pèchent par le principe de leur construction et par quelques autres défauts dans leur graduation, on ne peut pas douter de la vérité des faits comparés que nous ont appris les observations faites en différents pays avec ces mêmes thermomètres construits et gradués de la même façon, parce qu'il ne s'agit ici que de vérités relatives et de résultats comparés, et non pas de vérités absolues.

Or, de la même manière qu'on a trouvé, par l'observation de cinquante-six années successives, la chaleur de l'été, à Paris, de mille vingt-six ou de vingt-six degrés au-dessus de la congélation, on a aussi trouvé, avec les mêmes thermomètres, que cette chaleur de l'été était mille vingt-six dans tous les autres climats de la Terre, depuis l'équateur jusque vers le cercle polaire[1] : à Madagascar, aux îles de France et de Bourbon, à l'île Rodrigue, à Siam, aux Indes orientales, à Alger, à Malte, à Cadix, à Montpellier, à Lyon, à Amsterdam, à Varsovie, à Upsal, à Pétersbourg, et jusqu'en Laponie près du cercle polaire; à Cayenne, au Perou, à la Martinique, à Carthagène en Amérique, et à Panama; enfin, dans tous les climats des deux hémisphères et des deux continents où l'on a pu faire des observations, on a constamment trouvé que la liqueur du thermomètre s'élevait également à vingt-cinq, vingt-six ou vingt-sept degrés dans les jours les plus chauds de l'été; et de là résulte le fait incontestable de l'égalité de la chaleur en été dans tous les climats de la Terre. Il n'y a sur cela d'autre exception que celle du Sénégal et de quelques autres endroits où le thermomètre s'élève cinq ou six degrés de plus, c'est-à-dire à trente-un ou trente-deux degrés; mais c'est par des causes accidentelles et locales, qui n'altèrent point la vérité des observations ni la certitude de ce fait général, lequel seul pourrait encore nous démontrer qu'il existe réellement une très-grande chaleur dans le globe terrestre, dont l'effet ou les émanations sont à peu près égales dans tous les points de sa surface, et que le Soleil, bien loin d'être la sphère unique de la chaleur qui anime la nature, n'en est tout au plus que le régulateur.

[1] Voyez sur cela les Mémoires de feu M. de Réaumur, dans ceux de l'Académie, années 1735 et 1741; et aussi les Mémoires de M. de Mairan, dans ceux de l'année 1765, page 213.

Ce fait important, que nous consignons à la postérité, lui fera reconnaître la progression réelle de la diminution de la chaleur du globe terrestre, que nous n'avons pu déterminer que d'une manière hypothétique : on verra, dans quelques siècles, que la plus grande chaleur de l'été, au lieu d'élever la liqueur du thermomètre à vingt-six, ne l'élèvera plus qu'à vingt-cinq, à vingt-quatre ou au-dessous, et on jugera par cet effet, qui est le résultat de toutes les causes combinées, de la valeur de chacune des causes particulières qui produisent l'effet total de la chaleur à la surface du globe; car, indépendamment de la chaleur qui appartient en propre à la Terre, et qu'elle possède dès le temps de l'incandescence, chaleur dont la quantité est très-considérablement diminuée, et continuera de diminuer dans la succession des temps; indépendamment de la chaleur qui nous vient du Soleil, qu'on peut regarder comme constante, et qui par conséquent fera dans la suite une plus grande compensation qu'aujourd'hui à la perte de cette chaleur propre du globe, il y a encore deux autres causes particulières qui peuvent ajouter une quantité considérable de chaleur à l'effet des deux premières, qui sont les seules dont nous ayons fait jusqu'ici l'évaluation.

L'une de ces causes particulières provient en quelque façon de la première cause générale, et peut y ajouter quelque chose. Il est certain que dans le temps de l'incandescence, et dans tous les siècles subséquents, jusqu'à celui du refroidissement de la terre au point de pouvoir la toucher, toutes les matières volatiles ne pouvaient résider à la surface, ni même dans l'intérieur du globe; elles étaient élevées et répandues en forme de vapeurs, et n'ont pu se déposer que successivement à mesure qu'il se refroidissait. Ces matières ont pénétré par les fentes et les crevasses de la terre à d'assez grandes profondeurs, en une infinité d'endroits: c'est là le fonds primitif des volcans, qui, comme l'on sait, se trouvent tous dans les hautes montagnes, où les fentes de la terre sont d'autant plus grandes que ces pointes du globe sont plus avancées, plus isolées. Ce dépôt des matières volatiles du premier âge aura été prodigieusement augmenté par l'addition de toutes les matières combustibles, dont la formation est des âges subséquents. Les pyrites, les soufres, les charbons de terre, les bitumes, etc.,

ont pénétré dans les cavités de la terre, et ont produit presque partout de grands amas de matières inflammables, et souvent des incendies qui se manifestent par des tremblements de terre, par l'éruption des volcans, et par les sources chaudes qui découlent des montagnes, ou sourdent à l'intérieur dans les cavités de la terre. On peut donc présumer que ces feux souterrains, dont les uns brûlent, pour ainsi dire, sourdement et sans explosion, et dont les autres éclatent avec tant de violence, augmentent un peu l'effet de la chaleur générale du globe. Néanmoins cette addition de chaleur ne peut être que très-petite; car on a observé qu'il fait à très-peu près aussi froid au-dessus des volcans qu'au-dessus des autres montagnes à la même hauteur, à l'exception des temps où le volcan travaille et jette au-dehors des vapeurs enflammées ou des matières brûlantes. Cette cause particulière de chaleur ne me paraît donc pas mériter autant de considération que lui en ont donné quelques physiciens.

Il n'en est pas de même d'une seconde cause à laquelle il semble qu'on n'a pas pensé, c'est le mouvement de la Lune autour de la Terre. Cette planète secondaire fait sa révolution autour de nous en vingt-sept jours un tiers environ, et étant éloignée à quatre-vingt-cinq mille trois cent vingt-cinq lieues, elle parcourt une circonférence de cinq cent trente-six mille trois cent vingt-neuf lieues dans cet espace de temps, ce qui fait un mouvement de huit cent dix-sept lieues par heure, ou de treize à quatorze lieues par minute. Quoique cette marche soit peut-être la plus lente de tous les corps célestes, elle ne laisse pas d'être assez rapide pour produire sur la Terre qui sert d'essieu ou de pivot à ce mouvement, une chaleur considérable par le frottement qui résulte de la charge et de la vitesse de cette planète. Mais il ne nous est pas possible d'évaluer cette quantité de chaleur produite par cette cause extérieure, parce que nous n'avons rien jusqu'ici qui puisse nous servir d'unité ou de terme de comparaison. Mais si l'on parvient jamais à connaître le nombre, la grandeur et la vitesse de toutes les comètes, comme nous connaissons le nombre, la grandeur et la vitesse de toutes les planètes qui circulent autour du Soleil, on pourra juger alors de la quantité de chaleur que la Lune peut donner à la Terre, par la quantité beaucoup plus grande de feu que tous ces vastes corps excitent dans le Soleil. Et je serais fort porté à croire que la chaleur produite par cette cause dans le globe de la Terre ne laisse pas de faire une partie assez considérable de sa chaleur propre, et qu'en conséquence il faut encore étendre les limites des temps pour la durée de la nature. Mais revenons à notre principal objet.

Nous avons vu que les étés sont à très-peu près égaux dans tous les climats de la terre, et que cette vérité est appuyée sur des faits incontestables : mais il n'en est pas de même des hivers ; ils sont très-inégaux, et d'autant plus inégaux dans les différents climats, qu'on s'éloigne plus de celui de l'équateur, où la chaleur en hiver et en été est à peu près la même. Je crois en avoir donné la raison dans le cours de ce Mémoire, et avoir expliqué d'une manière satisfaisante la cause de cette inégalité, par la suppression des émanations de la chaleur terrestre. Cette suppression est, comme je l'ai dit, occasionnée par les vents froids qui se rabattent du haut de l'air, resserrent les terres, glacent les eaux, et renferment les émanations de la chaleur terrestre pendant tout le temps que dure la gelée, en sorte qu'il n'est pas étonnant que le froid des hivers soit en effet d'autant plus grand que l'on avance davantage vers les climats où la masse de l'air, recevant plus obliquement les rayons du Soleil, est, par cette raison, la plus froide.

Mais il y a pour le froid comme pour le chaud quelques contrées sur la terre qui font une exception à la règle générale. Au Sénégal, en Guinée, à Angole, et probablement dans tous les pays où l'on trouve l'espèce humaine teinte de noir, comme en Nubie, à la terre des Papous, dans la nouvelle Guinée, etc., il est certain que la chaleur est plus grande que dans tout le reste de la terre, mais c'est par des causes locales, dont nous avons donné l'explication dans le troisième volume de cet ouvrage[1]. Ainsi, dans ces climats particuliers où le vent d'est règne toute l'année, et passe, avant d'arriver, sur une étendue de terre très-considérable où il prend une chaleur brûlante, il n'est pas étonnant que la chaleur se trouve plus grande de cinq, six et même sept degrés qu'elle ne l'est partout ailleurs. Et de même les froids excessifs de la Sibérie ne prouvent rien autre chose, sinon que cette partie de la surface du globe est beaucoup

[1] Voyez l'Histoire naturelle, article *Variétés de l'espèce humaine*.

plus élevée que toutes les terres adjacentes. *Les pays asiatiques septentrionaux*, dit le baron de Strahlemberg, *sont considérablement plus élevés que les européens : ils le sont comme une table l'est en comparaison du plancher sur lequel elle est posée ; car, lorsqu'en venant de l'ouest et sortant de la Russie on passe à l'est par les monts Riphées et Rymniques pour entrer en Sibérie, on avance toujours plus en montant qu'en descendant* [1]. *Il y a bien des plaines en Sibérie*, dit M. Gmelin, *qui ne sont pas moins élevées au-dessus du reste de la terre ni moins éloignées de son centre que ne le sont d'assez hautes montagnes en plusieurs autres régions* [2]. Ces plaines de Sibérie paraissent être en effet tout aussi hautes que le sommet des monts Riphées, sur lequel la glace et la neige ne fondeat pas entièrement pendant l'été ; et si ce même effet n'arrive pas dans les plaines de Sibérie, c'est parce qu'elles sont moins isolées, car cette circonstance locale fait encore beaucoup à la durée et à l'intensité du froid ou du chaud. Une vaste plaine une fois échauffée conservera sa chaleur plus longtemps qu'une montagne isolée, quoique toutes deux également élevées ; et par cette même raison, la montagne une fois refroidie conservera sa neige ou sa glace plus longtemps que la plaine.

Mais si l'on compare l'excès du chaud à l'excès du froid produit par ces causes particulières et locales, on sera peut-être surpris de voir que dans les pays tel que le Sénégal, où la chaleur est la plus grande, elle n'excède néanmoins que de sept degrés la plus grande chaleur générale, qui est de vingt-six degrés au-dessus de la congélation, et que la plus grande hauteur à laquelle s'élève la liqueur du thermomètre n'est tout au plus que de trente-trois degrés au-dessus de ce même point, tandis que les grands froids de Sibérie vont quelquefois jusqu'à soixante et soixante-dix degrés au-dessous de ce même point de la congélatioa, et qu'à Pétersbourg, à Upsal, etc., sous la même latitude de la Sibérie, les plus grands froids ne font descendre la liqueur qu'à vingt-cinq ou vingt-six degrés au-dessous de la congélation. Ainsi l'excès de la chaleur produit par les causes locales n'étant que de six ou sept degrés au-dessus de la plus grande chaleur du reste de la zone torride, et l'excès du froid produit de même par les causes locales étant de plus de quarante degrés au-dessous du plus grand froid, sous la même latitude, on doit en conclure que ces mêmes causes locales ont bien plus d'influence dans les climats froids que dans les climats chauds, quoiqu'on ne voie pas d'abord ce qui peut produire cette grande différence dans l'excès du froid et du chaud. Cependant, en y réfléchissant, il me semble qu'on peut concevoir aisément la raison de cette différence. L'augmentation de la chaleur d'un climat tel que le Sénégal ne peut venir que de l'action de l'air, de la nature du terroir et de la dépression du terrain : cette contrée, presque au niveau de la mer, est en grande partie couverte de sables arides ; un vent d'est constant, au lieu d'y rafraîchir l'air, le rend brûlant, parce que ce vent traverse, avant que d'arriver, plus de deux mille lieues de terre, sur laquelle il s'échauffe toujours de plus en plus ; et néanmoins toutes ces causes réunies ne produisent qu'un excès de six ou sept degrés au-dessus de vingt-six, qui est le terme de la plus grande chaleur de tous les autres climats. Mais, dans une contrée telle que la Sibérie, où les plaines sont élevées comme les sommets des montagnes le sont au-dessus du niveau du reste de la terre, cette seule différence d'élévation doit produire un effet proportionnellement beaucoup plus grand que la dépression du terrain du Sénégal, qu'on ne peut pas supposer plus grande que celle du niveau de la mer ; car, si les plaines de Sibérie sont seulement élevées de quatre ou cinq cents toises au-dessus du niveau d'Upsal ou de Pétersbourg, on doit cesser d'être étonné que l'excès du froid y soit si grand, puisque la chaleur qui émane de la terre décroissant à chaque point comme l'espace augmente, cette seule cause de l'élévation du terrain suffit pour expliquer cette grande différence du froid sous la même latitude.

Il ne reste sur cela qu'une question assez intéressante. Les hommes, les animaux et les plantes peuvent supporter pendant quelque temps la rigueur de ce froid extrême, qui est de soixante degrés au-dessous de la congélation : pourraient-ils également supporter une chaleur qui serait de soixante degrés au-dessus ? Oui, si l'on pouvait se précautionner et se mettre à l'abri contre le chaud, comme on sait le faire contre le froid ; si d'ailleurs cette chaleur excessive ne durait,

[1] Description de l'Empire Russien, traduction française, tome I, page 322, d'après l'allemand, imprimée à Stockholm, en 1730.

[2] Flora Siberica, præf. pag. 58 et 61.

comme le froid excessif, que pendant un petit temps, et si l'air pouvait pendant le reste de l'année rafraîchir la terre de la même manière que les émanations de la chaleur du globe réchauffent l'air dans les pays froids. On connait des plantes, des insectes et des poissons qui croissent et vivent dans des eaux thermales, dont la chaleur est de quarante-cinq, cinquante, et jusqu'à soixante degrés : il y a donc des espèces dans la nature vivante qui peuvent supporter ce degré de chaleur; et comme les nègres sont dans le genre humain ceux que la grande chaleur incommode le moins, ne devrait-on pas en conclure avec assez de vraisemblance, que dans notre hypothèse leur race pourrait être plus ancienne que celle des hommes blancs?

—

LETTRE

DE MM. LES DÉPUTÉS ET SYNDIC DE LA FACULTÉ DE THÉOLOGIE,

A M. DE BUFFON.

Monsieur,

Nous avons été informés par un d'entre nous, de votre part, que lorsque vous avez appris que l'Histoire Naturelle, dont vous êtes auteur, était un des ouvrages qui ont été choisis par ordre de la Faculté de Théologie pour être examinés et censurés, comme renfermant des principes et des maximes qui ne sont pas conformes à ceux de la religion, vous lui avez déclaré que vous n'aviez pas eu intention de vous en écarter, et que vous étiez disposé à satisfaire la Faculté sur chacun des articles qu'elle trouverait répréhensible dans votre dit ouvrage; nous ne pouvons, Monsieur, donner trop d'éloges à une résolution aussi chrétienne; et pour vous mettre en état de l'exécuter, nous vous envoyons les propositions extraites de votre livre, qui nous ont paru contraires à la croyance de l'Église.

Nous avons l'honneur d'être avec une parfaite considération,

Monsieur,

Vos très-humbles et très-obéissants serviteurs,

LES DÉPUTÉS ET SYNDIC

De la Faculté de Théologie de Paris.

En la maison de la Faculté, le 15 janvier 1751.

PROPOSITIONS

EXTRAITES D'UN OUVRAGE QUI A POUR TITRE :

HISTOIRE NATURELLE.

ET QUI ONT PARU RÉPRÉHENSIBLES A MM. LES DÉPUTÉS DE LA FACULTÉ DE THÉOLOGIE DE PARIS.

I. Ce sont les eaux de la mer qui ont produit les montagnes, les vallées de la terre.....; ce sont les eaux du ciel qui, ramenant tout au niveau, rendront un jour cette terre à la mer, qui s'en emparera successivement, en laissant à découvert de nouveaux continents semblables à ceux que nous habitons. *Tome I, Théorie de la terre, page* 81.

II. Ne peut-on pas s'imaginer...qu'une comète tombant sur la surface du soleil aura déplacé cet astre, et qu'elle en aura séparé quelques petites parties auxquelles elle aura communiqué un mouvement d'impulsion,... ; en sorte que les planètes auraient autrefois appartenu au corps du soleil, et qu'elles en auraient été détachées, etc. *Tome I, page* 83.

III. Voyons dans quel état elles (les planètes et surtout la terre) se sont trouvées après avoir été séparées de la masse du soleil. *Tome I, page* 86.

IV. Le soleil s'éteindra probablement.. faute de matière combustible.... la terre, au sortir du soleil, était donc brûlante et dans un état de liquéfaction. *Tome I, page* 88.

V. Le mot de vérité ne fait naître qu'une idée vague..... et la définition elle-même, prise dans un sens général et absolu, n'est qu'une abstraction qui n'existe qu'en vertu de quelque supposition. *Tome I, page* 59.

VI. Il y a plusieurs espèces de vérités, et on a coutume de mettre dans le premier ordre les vérités mathématiques; ce ne sont cependant que des vérités de définition : ces définitions portent sur des suppositions simples, mais abstraites, et toutes les vérités en ce genre ne sont que des conséquences composées, mais toujours abstraites, de ces définitions. *Tome I, page* 59.

VII. La signification du terme de vérité est vague et composée; il n'était donc pas possible de la définir généralement; il fallait, comme nous venons de le faire, en distinguer les genres, afin de s'en former une idée nette. *Tome I, page* 60.

VIII. Je ne parlerai point des autres ordres de vérités; celles de la morale, par exemple, qui sont en partie réelles et en partie arbitraires... elles

n'ont pour objet que des convenances et des probabilités. *Tome I, page* 60.

IX. L'évidence mathématique et la certitude physique sont donc les deux seuls points sous lesquels nous devons considérer la vérité ; dès qu'elle s'éloignera de l'un ou de l'autre, ce n'est plus que vraisemblance et probabilité. *Tome I, page* 60.

X. L'existence de notre âme nous est démontrée, ou plutôt nous ne faisons qu'un, cette existence et nous. *Tome III, Histoire naturelle de l'homme. De la nature de l'homme, page* 158.

XI. L'existence de notre corps et des autres objets extérieurs est douteuse pour quiconque raisonne sans préjugé; car cette étendue en longueur, largeur et profondeur, que nous appelons *notre corps*, et qui semble nous appartenir de si près, qu'est-elle autre chose, sinon un rapport de nos sens ? *Ibidem, page* 158.

XII. Nous pouvons croire qu'il y a quelque chose hors de nous, mais nous n'en sommes pas sûrs, au lieu que nous sommes assurés de l'existence réelle de tout ce qui est en nous; celle de notre âme est donc certaine; et celle de notre corps paraît douteuse dès qu'on vient à penser que la matière pourrait bien n'être qu'un mode de notre âme, une de ses façons de voir. *Ibid., page* 159.

XIII. Elle (notre âme) verra d'une manière bien plus différente encore après notre mort, et tout ce qui cause aujourd'hui ses sensations, la matière en général pourrait bien ne pas plus exister pour elle alors que notre propre corps, qui ne sera plus rien pour nous. *Ibidem, page* 159.

XIV. L'âme. . . . . . est impassible par son essence. *Ibidem*.

RÉPONSE

DE M. DE BUFFON.

A MM. LES DÉPUTÉS ET SYNDIC DE LA FACULTÉ DE THÉOLOGIE.

MESSIEURS,

J'ai reçu la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire, avec les propositions qui ont été extraites de mon livre, et je vous remercie de m'avoir mis à portée de les expliquer d'une manière qui ne laisse aucun doute ni aucune incertitude sur la droiture de mes intentions, et si vous le désirez, Messieurs, je publierai bien volontiers, dans le premier volume de mon ouvrage qui paraîtra, les explications que j'ai l'honneur de vous envoyer. Je suis avec respect,

Messieurs,

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

BUFFON.

Le 12 mars 1751.

Je déclare,

1° Que je n'ai eu aucune intention de contredire le texte de l'Écriture ; que je crois très-fermement tout ce qui y est rapporté sur la création, soit pour l'ordre des temps, soit pour les circonstances des faits ; et que j'abandonne ce qui, dans mon livre, regarde la formation de la terre, et en général tout ce qui pourrait être contraire à la narration de Moïse, n'ayant présenté mon hypothèse sur la formation des planètes que comme une pure supposition philosophique.

2° Que par rapport à cette expression, *le mot de vérité ne fait naître qu'une idée vague*, je n'ai entendu que ce qu'on entend dans les écoles par idée générique, qui n'existe point en soi-même, mais seulement dans les espèces dans lesquelles elle a une existence réelle; et par conséquent il y a réellement des vérités certaines en elles-mêmes, comme je l'explique dans l'article suivant.

3° Qu'outre les vérités de conséquence et de supposition, il y a des premiers principes absolument vrais et certains dans tous les cas, et indépendamment de toutes les suppositions ; et que ces conséquences, déduites avec évidence de ces principes, ne sont pas des vérités arbitraires, mais des vérités éternelles et évidentes ; n'ayant uniquement entendu par vérités de définitions que les seules vérités mathématiques.

4° Qu'il y a de ces principes évidents et de ces conséquences évidentes dans plusieurs sciences, et surtout dans la métaphysique et la morale ; que tels sont en particulier dans la métaphysique l'existence de Dieu, ses principaux attributs, l'existence, la spiritualité et l'immortalité de notre âme ; et dans la morale, l'obligation de rendre un culte à Dieu, et à un chacun ce qui lui est dû, et en conséquence qu'on est obligé d'éviter le larcin, l'homicide, et les autres actions que la raison condamne.

5° Que les objets de notre foi sont très-certains, sans être évidents ; et que Dieu qui les a révélés, et que la raison même m'apprend ne

pouvoir me tromper, m'en garantit la vérité et la certitude; que ces objets sont pour moi des vérités du premier ordre, soit qu'ils regardent le dogme, soit qu'ils regardent la pratique dans la morale; ordre de vérités dont j'ai dit expressément que je ne parlerais point, parce que mon sujet ne le demandait pas.

6° Que quand j'ai dit que les vérités de la morale n'ont pour objet et pour fin que des convenances et des probabilités, je n'ai jamais voulu parler des vérités réelles, telles que sont non-seulement les préceptes de la loi divine, mais encore ceux qui appartiennent à la loi naturelle; et que je u'entends par vérités arbitraires, en fait de morale, que les lois qui dépendent de la volonté des hommes, et qui sont différentes dans différents pays, et par rapport à la constitution des différents états.

7° Qu'il n'est pas vrai que l'existence de notre âme et nous ne soient qu'un, en ce sens que l'homme soit un être purement spirituel, et non un composé de corps et d'âme; que l'existence de notre corps et des autres objets extérieurs est une vérité certaine, puisque non-seulement la foi nous l'apprend, mais encore que la sagesse et la bonté de Dieu ne nous permettent pas de penser qu'il voulût mettre les hommes dans une illusion perpétuelle et générale; que par cette raison, cette étendue en longueur, largeur et profondeur (notre corps) n'est pas un simple rapport de nos sens.

8° Qu'en conséquence nous sommes très-sûrs qu'il y a quelque chose hors de nous, et que la croyance que nous avons des vérités révélées présuppose et renferme l'existence de plusieurs objets hors de nous; et qu'on ne peut croire que la matière ne soit qu'une modification de notre âme, même en ce sens, que nos sensations existent véritablement, mais que les objets qui semblent les exciter n'existent point réellement.

9° Que, quelle que soit la manière dont l'âme verra dans l'état où elle se trouvera depuis sa mort jusqu'au jugement dernier, elle sera certaine de l'existence des corps, et en particulier de celle du sien propre, dont l'état futur l'intéressera toujours, ainsi que l'Écriture nous l'apprend.

10° Que, quand j'ai dit que l'âme était impassible par son essence, je n'ai prétendu dire rien autre chose, sinon que l'âme par sa nature n'est pas susceptible des impressions extérieures qui pourraient la détruire; et je n'ai pas cru que, par la puissance de Dieu, elle ne pût être susceptible des sentiments de douleur que la foi nous apprend devoir faire dans l'autre vie la peine du péché et le tourment des méchants.

Signé BUFFON.

Le 12 mars 1751.

SECONDE LETTRE

DE MM. LES DÉPUTÉS ET SYNDIC DE LA FACULTÉ DE THÉOLOGIE,

A M. DE BUFFON.

MONSIEUR,

Nous avons reçu les explications que vous nous avez envoyées des propositions que nous avions trouvées répréhensibles dans votre ouvrage qui a pour titre, *l'Histoire naturelle*; et après les avoir lues dans notre assemblée particulière, nous les avons présentées à la Faculté dans son assemblée générale du 1er avril 1751, présente année; et après en avoir entendu la lecture, elle les a acceptées et approuvées par sa délibération et sa conclusion dudit jour.

Nous avons fait part en même temps, Monsieur, à la Faculté, de la promesse que vous nous avez faite de faire imprimer ces explications dans le premier ouvrage que vous donnerez au public, si la Faculté le désire; elle a reçu cette proposition avec une extrême joie, et elle espère que vous voudrez bien l'exécuter. Nous avons l'honneur d'être, avec les sentiments de la plus parfaite considération,

Monsieur,

Vos très-humbles et très-obéissants serviteurs,

LES DÉPUTÉS ET SYNDIC

de la Faculté de Théologie de Paris.

En la maison de la Faculté, le 4 mai 1751.

DES

ÉPOQUES DE LA NATURE.

Comme dans l'histoire civile, on consulte les titres, on recherche les médailles, on déchiffre les inscriptions antiques, pour déterminer les époques des révolutions humaines, et constater les dates des événements moraux: de même, dans l'histoire naturelle, il faut fouiller les ar-

chives du monde, tirer des entrailles de la terre les vieux monuments, recueillir leurs débris, et rassembler en un corps de preuves tous les indices des changements physiques qui peuvent nous faire remonter aux différents âges de la nature. C'est le seul moyen de fixer quelques points dans l'immensité de l'espace, et de placer un certain nombre de pierres numéraires sur la route éternelle du temps. Le passé est comme la distance; notre vue y décroît, et s'y perdrait de même, si l'histoire et la chronologie n'eussent placé des fanaux, des flambeaux aux points les plus obscurs : mais, malgré ces lumières de la tradition écrite, si l'on remonte à quelques siècles, que d'incertitude dans les faits! que d'erreurs sur les causes des événements! et quelle obscurité profonde n'environne pas les temps antérieurs à cette tradition! D'ailleurs elle ne nous a transmis que les gestes de quelques nations, c'est-à-dire les actes d'une très-petite partie du genre humain; tout le reste des hommes est demeuré nul pour nous, nul pour la postérité; ils ne sont sortis de leur néant que pour passer comme des ombres qui ne laissent point de traces : et plût au ciel que le nom de tous ces prétendus héros dont on a célébré les crimes ou la gloire sanguinaire fût également enseveli dans la nuit de l'oubli!

Ainsi l'histoire civile, bornée d'un côté par les ténèbres d'un temps assez voisin du nôtre, ne s'étend de l'autre qu'aux petites portions de terres qu'ont occupées successivement les peuples soigneux de leur mémoire; au lieu que l'histoire naturelle embrasse également tous les espaces, tous les temps, et n'a d'autres limites que celles de l'univers.

La nature étant contemporaine de la matière, de l'espace et du temps, son histoire est celle de toutes les substances, de tous les lieux, de tous les âges; et, quoiqu'il paraisse à la première vue que ses grands ouvrages ne s'altèrent ni ne changent, et que dans ses productions, même les plus fragiles et les plus passagères, elle se montre toujours et constamment la même, puisqu'à chaque instant ses premiers modèles reparaissent à nos yeux sous de nouvelles représentations, cependant, en l'observant de près, on s'apercevra que son cours n'est pas absolument uniforme; on reconnaîtra qu'elle admet des variations sensibles, qu'elle reçoit des altérations successives, qu'elle se prête même à des combinaisons nouvelles, à des mutations de matière et de forme; qu'enfin, autant elle paraît fixe dans son tout, autant elle est variable dans chacune de ses parties; et si nous l'embrassons dans toute son étendue, nous ne pourrons douter qu'elle ne soit aujourd'hui très-différente de ce qu'elle était au commencement et de ce qu'elle est devenue dans la succession des temps : ce sont ces changements divers que nous appelons ses époques. La nature s'est trouvée dans différents états; la surface de la terre a pris successivement des formes différentes; les cieux mêmes ont varié, et toutes les choses de l'univers physique sont, comme celles du monde moral, dans un mouvement continuel de variations successives. Par exemple, l'état dans lequel nous voyons aujourd'hui la nature est autant notre ouvrage que le sien; nous avons su la tempérer, la modifier, la plier à nos besoins, à nos désirs; nous avons sondé, cultivé, fécondé la terre : l'aspect sous lequel elle se présente est donc bien différent de celui des temps antérieurs à l'invention des arts. L'âge d'or de la morale, ou plutôt de la fable, n'était que l'âge de fer de la physique et de la vérité. L'homme de ce temps, encore à demi sauvage, dispersé, peu nombreux, ne sentait pas sa puissance, ne connaissait pas sa vraie richesse; le trésor de ses lumières était enfoui; il ignorait la force des volontés unies, et ne se doutait pas que, par la société et par des travaux suivis et concertés, il viendrait à bout d'imprimer ses idées sur la face entière de l'univers.

Aussi faut-il aller chercher et voir la nature dans ces régions nouvellement découvertes, dans ces contrées de tout temps inhabitées, pour se former une idée de son état ancien; et cet ancien état est encore bien moderne en comparaison de celui où nos continents terrestres étaient couverts par les eaux, où les poissons habitaient sur nos plaines, où nos montagnes formaient les écueils des mers. Combien de changements et de différents états ont dû se succéder depuis ces temps antiques (qui cependant n'étaient pas les premiers) jusqu'aux âges de l'histoire! Que de choses ensevelies! combien d'événements entièrement oubliés! que de révolutions antérieures à la mémoire des hommes! Il a fallu une très-longue suite d'observations, il a fallu trente siècles de culture à l'esprit humain, seulement pour reconnaître l'état présent des choses. La terre n'est pas encore entièrement découverte; ce n'est que depuis peu qu'on a déterminé sa fi-

gure ; ce n'est que de nos jours qu'on s'est élevé à la théorie de sa forme intérieure, et qu'on a démontré l'ordre et la disposition des matières dont elle est composée : ce n'est donc que de cet instant que l'on peut commencer à comparer la nature avec elle-même, et remonter de son état actuel et connu à quelques époques d'un état plus ancien.

Mais comme il s'agit ici de percer la nuit des temps, de reconnaître par l'inspection des choses actuelles l'ancienne existence des choses anéanties, et de remonter par la seule force des faits subsistants à la vérité historique des faits ensevelis ; comme il s'agit, en un mot, de juger, non seulement le passé moderne, mais le passé le plus ancien, par le seul présent, et que, pour nous élever jusqu'à ce point de vue, nous avons besoin de toutes nos forces réunies, nous emploierons trois grands moyens : 1° les faits qui peuvent nous rapprocher de l'origine de la nature ; 2° les monuments qu'on doit regarder comme les témoins de ses premiers âges ; 3° les traditions qui peuvent nous donner quelque idée des âges subséquents : après quoi nous tâcherons de lier le tout par des analogies, et de former une chaîne qui, du sommet de l'échelle du temps, descendra jusqu'à nous.

Premier fait. — La terre est élevée sur l'équateur et abaissée sous les pôles, dans la proportion qu'exigent les lois de la pesanteur et de la force centrifuge.

Deuxième fait. — Le globe terrestre a une chaleur intérieure qui lui est propre, et qui est indépendante de celle que les rayons du soleil peuvent lui communiquer.

Troisième fait. — La chaleur que le soleil envoie à la terre est assez petite, en comparaison de la chaleur propre du globe terrestre ; et cette chaleur envoyée par le soleil ne serait pas seule suffisante pour maintenir la nature vivante.

Quatrième fait. — Les matières qui composent le globe de la terre sont en général de la nature du verre, et peuvent être toutes réduites en verre.

Cinquième fait. — On trouve sur toute la surface de la terre, et même sur les montagnes, jusqu'à quinze cents et deux mille toises de hauteur, une immense quantité de coquilles et d'autres débris des productions de la mer.

Examinons d'abord si, dans ces faits que je veux employer, il n'y a rien qu'on puisse raisonnablement contester. Voyons si tous sont prouvés, ou du moins peuvent l'être ; après quoi nous passerons aux inductions que l'on en doit tirer.

Le premier fait du renflement de la terre à l'équateur et de son aplatissement aux pôles, est mathématiquement démontré et physiquement prouvé par la théorie de la gravitation et par les expériences du pendule. Le globe terrestre a précisément la figure que prendrait un globe fluide qui tournerait sur lui-même avec la vitesse que nous connaissons au globe de la terre. Ainsi, la première conséquence qui sort de ce fait incontestable, c'est que la matière dont notre terre est composée était dans un état de fluidité au moment qu'elle a pris sa forme, et ce moment est celui où elle a commencé à tourner sur elle-même : car si la terre n'eût pas été fluide et qu'elle eût eu la même consistance que nous lui voyons aujourd'hui, il est évident que cette matière consistante et solide n'aurait pas obéi à la loi de la force centrifuge, et que par conséquent, malgré la rapidité de son mouvement de rotation, la terre, au lieu d'être un sphéroïde renflé sur l'équateur et aplati sous les pôles, serait, au contraire, une sphère exacte, et qu'elle n'aurait jamais pu prendre d'autre figure que celle d'un globe parfait, en vertu de l'attraction mutuelle de toutes les parties de la matière dont elle est composée.

Or, quoiqu'en général toute fluidité ait la chaleur pour cause, puisque l'eau même, sans la chaleur, ne formerait qu'une substance solide, nous avons deux manières différentes de concevoir la possibilité de cet état primitif de fluidité dans le globe terrestre, parce qu'il semble d'abord que la nature ait deux moyens pour l'opérer. Le premier est la dissolution, ou même le délaiement des matières terrestres dans l'eau ; et le second, leur liquéfaction par le feu. Mais l'on sait que le plus grand nombre des matières solides qui composent le globe terrestre ne sont pas dissolubles dans l'eau ; et en même temps l'on voit que la quantité d'eau est si petite en comparaison de celle de la matière solide, qu'il n'est pas possible que l'une ait jamais été délayée dans l'autre. Ainsi, cet état de fluidité dans lequel s'est trouvée la masse entière de la terre, n'ayant pu s'opérer ni par la dissolution, ni par le délaiement dans l'eau, il est nécessaire que cette fluidité ait été une liquéfaction causée par le feu.

Cette juste conséquence, déjà très-vraisem-

blable par elle-même, prend un uouveau degré de probabilité par le secoud fait, et devient une certitude par le troisième fait. La chaleur intérieure du globe, encore actuellement subsistante, et beaucoup plus grande que celle qui nous vient du soleil, nous démontre que cet ancien feu qu'a éprouvé le globe n'est pas encore, à beaucoup près, entièrement dissipé : la surface de la terre est plus refroidie que son intérieur. Des expériences certaines et réitérées nous assurent que la masse entière du globe a une chaleur propre et tout à fait indépendante de celle du soleil. Cette chaleur nous est démontrée par la comparaison de nos hivers à nos étés [1]; et on la reconnait d'une manière encore plus palpable dès qu'on pénètre au dedans de la terre ; elle est constante en tous lieux pour chaque profondeur; et elle paraît augmenter à mesure que l'on descend [2]. Mais que sont nos travaux en comparaison de ceux qu'il faudrait faire pour reconnaître les degrés successifs de cette chaleur intérieure dans la profondeur du globe? Nous avons fouillé les montagnes à quelques centaines de toises pour en tirer les métaux; nous avons fait dans les plaines des puits de quelques centaines de pieds; ce sont là nos plus grandes excavations ou plutôt nos fouilles les plus profondes; elles effleurent à peine la première écorce du globe, et néanmoins la chaleur intérieure y est déjà plus sensible qu'à la surface : on doit donc présumer que, si l'on pénétrait plus avant, cette chaleur serait plus grande, et que les parties voisines du centre de la terre sont plus chaudes que celles qui en sont éloignées, comme l'on voit dans un boulet rougi au feu l'incandescence se conserver dans les parties voisines du centre longtemps après que la surface a perdu cet état d'incandescence et de rougeur. Ce feu, ou plutôt cette chaleur intérieure de la terre, est encore indiqué par les effets de l'électricité, qui convertit en éclairs lumineux cette chaleur obscure; elle nous est démontrée par la température de l'eau de la mer, laquelle, aux mêmes profondeurs, est à peu près égale à celle de l'intérieur de la terre [3]. D'ailleurs il est aisé de prouver que la liquidité des eaux de la mer, en général, ne doit point être attribuée à la puissance des rayons so-

[1] Voyez dans cet ouvrage l'article qui a pour titre : *des Éléments*, tome I, et particulièrement les deux Mémoires sur *la température des planètes*, même tome.
[2] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.
[3] Voyez Ibidem.

laires, puisqu'il est démontré, par l'expérience, que la lumière du soleil ne pénètre qu'à six cents pieds [1] à travers l'eau la plus limpide, et que, par conséquent, sa chaleur n'arrive peut-être pas au quart de cette épaisseur, c'est-à-dire à cent cinquante pieds [2]. Ainsi toutes les eaux qui sont au-dessous de cette profondeur seraient glacées sans la chaleur intérieure de la terre, qui seule peut entretenir leur liquidité. Et de même il est encore prouvé, par l'expérience, que la chaleur des rayons solaires ne pénètre pas à quinze ou vingt pieds dans la terre, puisque la glace se conserve à cette profondeur pendant les étés les plus chauds. Donc il est démontré qu'il y a, au-dessous du bassin de la mer, comme dans les premières couches de la terre, une émanation continuelle de chaleur qui entretient la liquidité des eaux et produit la température de la terre. Donc il existe dans son intérieur une chaleur qui lui appartient en propre, et qui est tout à fait indépendante de celle que le soleil peut lui communiquer.

Nous pouvons encore confirmer ce fait général par un grand nombre de faits particuliers. Tout le monde a remarqué, dans le temps des frimas, que la neige se fond dans tous les endroits où les vapeurs de l'intérieur de la terre ont une libre issue, comme sur les puits, les aqueducs recouverts, les voûtes, les citernes, etc. ; tandis que sur tout le reste de l'espace, où la terre, resserrée par la gelée, intercepte ces vapeurs, la neige subsiste et se gèle au lieu de fondre. Cela seul suffirait pour démontrer que ces émanations de l'intérieur de la terre ont un degré de chaleur très-réel et sensible. Mais il est inutile de vouloir accumuler ici de nouvelles preuves d'un fait constaté par l'expérience et par les observations; il nous suffit qu'on ne puisse désormais le révoquer en doute, et qu'on reconnaisse cette chaleur intérieure de la terre comme un fait réel et général, duquel, comme des autres faits généraux de la nature, on doit déduire les effets particuliers.

Il en est de même du quatrième fait ; on ne peut pas douter, après les preuves démonstratives que nous en avons données dans plusieurs articles de notre Théorie de la terre, que [3] les matières dout le globe est composé no soient de la nature du verre : le fond des minéraux, des végétaux et des animaux n'est qu'une matière

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.
[2] Ibidem. [3] Ibidem.

vitrescible, car tous les résidus, tous leurs détriments ultérieurs, peuvent se réduire en verre. Les matières que les chimistes ont appelées *réfractaires*, et celles qu'ils regardent comme infusibles, parce qu'elles résistent au feu de leurs fourneaux sans se réduire en verre, peuvent néanmoins s'y réduire par l'action d'un feu plus violent. Ainsi, toutes les matières qui composent le globe de la terre, du moins toutes celles qui nous sont connues, ont le verre pour base de leur substance [1], et nous pouvons, en leur faisant subir la grande action du feu, les réduire toutes ultérieurement à leur premier état.

La liquéfaction primitive de la masse entière de la terre par le feu est donc prouvée dans toute la rigueur qu'exige la plus stricte logique : d'abord *à priori*, par le premier fait de son élévation sur l'équateur, et de son abaissement sous les pôles; 2° *ab actu*, par le second et le troisième fait de la chaleur intérieure de la terre encore subsistante ; 3° *à posteriori*, par le quatrième fait, qui nous démontre le produit de cette action du feu, c'est-à-dire le verre dans toutes les substances terrestres.

Mais, quoique les matières qui composent le globe de la terre aient été primitivement de la nature du verre, et qu'on puisse aussi les y réduire ultérieurement, on doit cependant les distinguer et les séparer, relativement aux différents états où elles se trouvent avant ce retour à leur première nature, c'est-à-dire avant leur réduction en verre par le moyen du feu. Cette considération est d'autant plus nécessaire ici, que seule elle peut nous indiquer en quoi diffère la formation de ces matières : on doit donc les diviser d'abord en matières vitrescibles et en matières calcinables; les premières n'éprouvant aucune action de la part du feu, à moins qu'il ne soit porté à un degré de force capable de les convertir en verre; les autres, au contraire, éprouvant à un degré bien inférieur une action qui les réduit en chaux. La quantité de substances calcaires, quoique fort considérable sur la terre, est néanmoins très-petite en comparaison de la quantité des matières vitrescibles. Le cinquième fait, que nous avons mis en avant, prouve que leur formation est aussi d'un autre temps et d'un autre élément; et l'on voit évidemment que toutes les matières qui n'ont pas été produites immédiatement par l'action du feu primitif, ont été formées par l'intermède de l'eau, parce que toutes sont composées de coquilles et d'autres débris des productions de la mer. Nous mettons dans la classe des matières vitrescibles le roc vif, les quartz, les sables, les grès et granites, les ardoises, les schistes, les argiles, les métaux et minéraux métalliques : ces matières, prises ensemble, forment le vrai fonds du globe et en composent la principale et très-grande partie; toutes ont originairement été produites par le feu primitif. Le sable n'est que du verre en poudre; les argiles, des sables pourris dans l'eau; les ardoises et les schistes, des argiles desséchées et durcies; le roc vif, les grès, le granite, ne sont que des masses vitreuses ou des sables vitrescibles sous une forme concrète; les cailloux, les cristaux, les métaux, et la plupart des autres minéraux, ne sont que les stillations, les exsudations ou les sublimations de ces premières matières, qui toutes nous décèlent leur origine primitive et leur nature commune par leur aptitude à se réduire immédiatement en verre.

Mais les sables et graviers calcaires, les craies, la pierre de taille, le moellon, les marbres, les albâtres, les spaths calcaires, opaques et transparents, toutes les matières, en un mot, qui se convertissent en chaux, ne présentent pas d'abord leur première nature : quoique originairement de verre comme toutes les autres, ces matières calcaires ont passé par des filières qui les ont dénaturées; elles ont été formées dans l'eau; toutes sont entièrement composées de madrépores, de coquilles, et de détriments des dépouilles de ces animaux aquatiques, qui seuls savent convertir le liquide en solide, et transformer l'eau de la mer en pierre [1]. Les marbres communs et les autres pierres calcaires sont composés de coquilles entières et de morceaux de coquilles, de madrépores, d'astroïtes, etc., dont toutes les parties sont encore évidentes ou très-reconnaissables : les graviers ne sont que les débris des marbres et des pierres calcaires que l'action de l'air et des gelées détache des rochers; et l'on peut faire de la chaux avec ces graviers, comme l'on en fait avec le marbre ou la pierre; on peut en faire aussi avec les coquilles mêmes,

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

[1] On peut se former une idée nette de cette conversion. L'eau de la mer tient en dissolution des particules de terre qui, combinées avec la matière animale, concourent à former les coquilles par le mécanisme de la digestion de ces animaux testacés ; comme la soie est le produit du parenchyme des feuilles, combiné avec la matière animale du ver à soie.

et avec la craie et les tufs, lesquels ne sont encore que des débris, ou plutôt des détriments de ces mêmes matières. Les albâtres, et les marbres qu'on doit leur comparer lorsqu'ils contiennent de l'albâtre, peuvent être regardés comme de grandes stalactites qui se forment aux dépens des autres marbres et des pierres communes : les spaths calcaires se forment de même par l'exsudation ou la stillation dans les matières calcaires, comme le cristal de roche se forme dans les matières vitrescibles. Tout cela peut se prouver par l'inspection de ces matières et par l'examen attentif des monuments de la nature.

Premiers monuments. — On trouve à la surface et à l'intérieur de la terre des coquilles et autres productions de la mer ; et toutes les matières qu'on appelle *calcaires* sont composées de leurs détriments.

Seconds monuments. — En examinant ces coquilles et autres productions marines que l'on tire de la terre, en France, en Angleterre, en Allemagne et dans le reste de l'Europe, on reconnait qu'une grande partie des especes d'animaux auxquels ces dépouilles ont appartenu ne se trouvent pas dans les mers adjacentes, et que ces espèces, ou ne subsistent plus, ou ne se trouvent que dans les mers méridionales. De même, on voit dans les ardoises et dans d'autres matières, à de grandes profondeurs, des impressions de poissons et de plantes, dont aucune espèce n'appartient à notre climat, et lesquelles n'existent plus, ou ne se trouvent subsistantes que dans les climats méridionaux.

Troisièmes monuments. — On trouve en Sibérie, et dans les autres contrées septentrionales de l'Europe et de l'Asie, des squelettes, des défenses, des ossements d'éléphants, d'hippopotames et de rhinocéros, en assez grande quantité pour être assuré que les espèces de ces animaux qui ne peuvent se propager aujourd'hui que dans les terres du midi, existaient et se propageaient autrefois dans les terres du nord ; et l'on a observé que ces dépouilles d'éléphants et d'autres animaux terrestres se présentent à une assez petite profondeur, au lieu que les coquilles et les autres débris des productions de la mer se trouvent enfouis à de plus grandes profondeurs dans l'intérieur de la terre.

Quatrièmes monuments. — On trouve des défenses et des ossements d'éléphants, ainsi que des dents d'hippopotames, non-seulement dans les terres du nord de notre continent, mais aussi dans celles du nord de l'Amérique, quoique les espèces de l'éléphant et de l'hippopotame n'existent point dans ce continent du Nouveau-Monde.

Cinquièmes monuments. — On trouve dans le milieu des continents, dans les lieux les plus éloignés des mers, un nombre infini de coquilles, dont la plupart appartiennent aux animaux de ce genre actuellement existants dans les mers méridionales, et dont plusieurs autres n'ont aucun analogue vivant ; en sorte que les espèces en paraissent perdues et détruites, par des causes jusqu'à présent inconnues.

En comparant ces monuments avec les faits, on voit d'abord que le temps de la formation des matières vitrescibles est bien plus reculé que celui de la composition des substances calcaires ; et il paraît qu'on peut déjà distinguer quatre et même cinq époques dans la plus grande profondeur des temps : la première, où la matière du globe étant en fusion par le feu, la terre a pris sa forme, et s'est élevée sur l'équateur et abaissée sous les pôles par son mouvement de rotation ; la seconde, où cette matière du globe s'étant consolidée, a formé les grandes masses de matières vitrescibles ; la troisieme, où la mer couvrant la terre actuellement habitée, a nourri les animaux à coquilles dont les dépouilles ont formé les substances calcaires ; et la quatrième, où s'est faite la retraite de ces mêmes mers qui couvraient nos continents. Une cinquième époque, tout aussi clairement indiquée que les quatre premières, est celle du temps où les éléphants, les hippopotames et les autres animaux du midi ont habité les terres du nord : cette époque est évidemment postérieure à la quatrième, puisque les dépouilles de ces animaux terrestres se trouvent presque à la surface de la terre, au lieu que celles des animaux marins sont pour la plupart et dans les mêmes lieux, enfouies à de grandes profondeurs.

Quoi ! dira-t-on, les éléphants et les autres animaux du midi ont autrefois habité les terres du nord ? Ce fait, quelque singulier, quelque extraordinaire qu'il puisse paraître, n'en est pas moins certain. On a trouvé et on trouve encore tous les jours en Sibérie, en Russie et dans les autres contrées septentrionales de l'Europe et de l'Asie, de l'ivoire en grande quantité ; ces défenses d'éléphants se tirent à quelques pieds sous terre, ou se découvrent par les eaux lorsqu'elles font tomber les terres du bord des fleu-

ves. On trouve ces ossements et défenses d'éléphant en tant de lieux différents et en si grand nombre, qu'on ne peut plus se borner à dire que ce sont les dépouilles de quelques éléphants amenés par les hommes dans ces climats froids; on est maintenant forcé, par les preuves réitérées, de convenir que ces animaux étaient autrefois habitants naturels des contrées du nord, comme ils le sont aujourd'hui des contrées du midi; et ce qui paraît encore rendre le fait plus merveilleux, c'est-à-dire plus difficile à expliquer, c'est qu'on trouve ces dépouilles des animaux du midi de notre continent, non-seulement dans les provinces de notre nord, mais aussi dans les terres du Canada et des autres parties de l'Amérique septentrionale. Nous avons au Cabinet du Roi plusieurs défenses et un grand nombre d'ossements d'éléphant trouvés en Sibérie; nous avons d'autres défenses et d'autres os d'éléphant qui ont été trouvés en France; et enfin nous avons des défenses d'éléphant et des dents d'hippopotame trouvées en Amérique dans les terres voisines de la rivière d'Ohio. Il est donc nécessaire que ces animaux, qui ne peuvent subsister et ne subsistent en effet aujourd'hui que dans les pays chauds, aient autrefois existé dans les climats du nord, et que, par conséquent, cette zone froide fût alors aussi chaude que l'est aujourd'hui notre zone torride; car il n'est pas possible que la forme constitutive, ou, si l'on veut, l'habitude réelle du corps des animaux, qui est ce qu'il y a de plus fixe dans la nature, ait pu changer au point de donner le tempérament du renne à l'éléphant, ni de supposer que jamais ces animaux du midi, qui ont besoin d'une grande chaleur pour subsister, eussent pu vivre et se multiplier dans les terres du nord, si la température du climat eût été aussi froide qu'elle l'est aujourd'hui. M. Gmelin, qui a parcouru la Sibérie et qui a ramassé lui-même plusieurs ossements d'éléphant dans ces terres septentrionales, cherche à rendre raison du fait en supposant que de grandes inondations survenues dans les terres méridionales ont chassé les éléphants vers les contrées du nord, où ils auront tous péri à la fois par la rigueur du climat. Mais cette cause supposée n'est pas proportionnelle à l'effet : on a peut-être déjà tiré du nord plus d'ivoire que tous les éléphants des Indes actuellement vivants n'en pourraient fournir; on en tirera bien davantage avec le temps, lorsque ces vastes déserts du nord, qui sont à peine reconnus, seront peuplés, et que les terres en seront remuées et fouillées par les mains de l'homme. D'ailleurs il serait bien étrange que ces animaux eussent pris la route qui convenait le moins à leur nature, puisqu'en les supposant poussés par des inondations du midi, il leur restait deux fuites naturelles vers l'orient et vers l'occident. Et pourquoi fuir jusqu'au soixantième degré du nord, lorsqu'ils pouvaient s'arrêter en chemin ou s'écarter à côté dans des terres plus heureuses? Et comment concevoir que, par une inondation des mers méridionales, ils aient été chassés à mille lieues dans notre continent, et à plus de trois mille lieues dans l'autre? Il est impossible qu'un débordement de la mer des Grandes-Indes ait envoyé des éléphants en Canada ni même en Sibérie, et il est également impossible qu'ils y soient arrivés en nombre aussi grand que l'indiquent leurs dépouilles.

Étant peu satisfait de cette explication, j'ai pensé qu'on pouvait en donner une autre plus plausible, et qui s'accorde parfaitement avec ma théorie de la terre. Mais, avant de la présenter, j'observerai, pour prévenir toutes difficultés, 1° que l'ivoire qu'on trouve en Sibérie et en Canada est certainement de l'ivoire d'éléphant, et non pas de l'ivoire de morse ou vache marine, comme quelques voyageurs l'ont prétendu : on trouve aussi dans les terres septentrionales de l'ivoire fossile de morse; mais il est différent de celui de l'éléphant, et il est facile de les distinguer par la comparaison de leur texture intérieure. Les défenses, les dents mâchelières, les omoplates, les fémurs et les autres ossements trouvés dans les terres du nord sont certainement des os d'éléphant; nous les avons comparés aux différentes parties respectives du squelette entier de l'éléphant, et l'on ne peut douter de leur identité d'espèce. Les grosses dents carrées trouvées dans ces mêmes terres du nord, dont la face qui broie est en forme de trèfle, ont tous les caractères des dents molaires de l'hippopotame; et ces autres énormes dents dont la face qui broie est composée de grosses pointes mousses ont appartenu à une espèce détruite aujourd'hui sur la terre, comme les grandes volutes appelées *cornes d'Ammon* sont actuellement détruites dans la mer.

2° Les os et les défenses de ces anciens éléphants sont au moins aussi grands et aussi

gros que ceux des éléphants actuels[1] auxquels nous les avons comparés ; ce qui prouve que ces animaux n'habitaient pas les terres du nord par force, mais qu'ils y existaient dans leur état de nature et de pleine liberté, puisqu'ils y avaient acquis leurs plus hautes dimensions, et pris leur entier accroissement. Ainsi l'on ne peut pas supposer qu'ils y aient été transportés par les hommes ; le seul état de captivité, indépendamment de la rigueur du climat[2], les aurait réduits au quart ou au tiers de la grandeur que nous montrent leurs depouilles.

3° La grande quantité que l'on en a déjà trouvée, par hasard, dans ces terres presque désertes où personne ne cherche, suffit pour démontrer que ce n'est ni par un seul ou plusieurs accidents, ni dans un seul et même temps que quelques individus de cette espece se sont trouvés dans ces contrées du nord, mais qu'il est de nécessité absolue que l'espèce même y ait autrefois existé, subsisté et multiplié, comme elle existe, subsiste et se multiplie aujourd'hui dans les contrées du midi.

Cela posé, il me semble que la question se réduit à savoir, ou plutôt consiste à chercher s'il y a ou s'il y a eu une cause qui ait pu changer la température dans les différentes parties du globe, au point que les terres du nord, aujourd'hui très-froides, aient autrefois éprouvé le degré de chaleur des terres du midi.

Quelques physiciens pourraient penser que cet effet a été produit par le changement de l'obliquité de l'écliptique, parce qu'à la première vue, ce changement semble indiquer que l'inclinaison de l'axe du globe n'étant pas constante, la terre a pu tourner autrefois sur un axe assez éloigné de celui sur lequel elle tourne aujourd'hui, pour que la Sibérie se fût alors trouvée sous l'équateur. Les astronomes ont observé que le changement de l'obliquité de l'écliptique est d'environ quarante-cinq secondes par siècle : donc, en supposant cette augmentation successive et constante, il ne faut que soixante siècles pour produire une différence de quarante-cinq minutes, et trois mille six cents siècles pour donner celle de quarante-cinq degrés ; ce qui ramènerait le soixantième degré de latitude au quinzième, c'est-à-dire les terres de la Sibérie, où les éléphants ont autrefois existé, aux terres de l'Inde où ils vivent aujourd'hui. Or, il ne s'agit, dira-t-on, que d'admettre dans le passé cette longue période de temps, pour rendre raison du séjour des éléphants en Sibérie : il y a trois cent soixante mille ans que la terre tournait sur un axe éloigné de quarante-cinq degrés de celui sur lequel elle tourne aujourd'hui ; le quinzième degré de latitude actuelle était alors le soixantième, etc.

A cela je réponds que cette idée et le moyen d'explication qui en résulte ne peuvent pas se soutenir lorsqu'on vient à les examiner : le changement de l'obliquité de l'écliptique n'est pas une diminution ou une augmentation successive et constante ; ce n'est, au contraire, qu'une variation limitée, et qui se fait tantôt en un sens et tantôt en un autre, laquelle, par conséquent, n'a jamais pu produire en aucun sens ni pour aucun climat cette différence de quarante-cinq degrés d'inclinaison ; car la variation de l'obliquité de l'axe de la terre est causée par l'action des planetes qui déplacent l'écliptique sans affecter l'équateur. En prenant la plus puissante de ces attractions, qui est celle de Vénus, il faudrait douze cent soixante mille ans pour qu'elle pût faire changer de cent quatre-vingts degrés la situation de l'écliptique sur l'orbite de Vénus, et, par conséquent, produire un changement de six degrés quarante-sept minutes dans l'obliquité réelle de l'axe de la terre, puisque six degrés quarante-sept minutes sont le double de l'inclinaison de l'orbite de Vénus. De même l'action de Jupiter ne peut, dans un espace de neuf cent trente-six mille ans, changer l'obliquité de l'écliptique que de deux degrés trente-huit minutes, et encore cet effet est-il en partie compensé par le précédent ; en sorte qu'il n'est pas possible que ce changement de l'obliquité de l'axe de la terre aille jamais à six degrés, à moins de supposer que toutes les orbites des planetes changeront elles-mêmes ; supposition que nous ne pouvons ni ne devons admettre, puisqu'il n'y a aucune cause qui puisse produire cet effet. Et, comme on ne peut juger du passé que par l'inspection du présent et par la vue de l'avenir, il n'est pas possible, quelque loin qu'on veuille reculer les limites du temps, de supposer que la variation de l'écliptique ait jamais pu produire une différence de plus de six degrés dans les climats de la terre : ainsi, cette cause est tout à fait insuffisante, et l'explication qu'on voudrait en tirer doit être rejetée.

Mais je puis donner cette explication si diffi-

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.
[2] Ibidem.

cile, et la déduire d'une cause immédiate. Nous venons de voir que le globe terrestre, lorsqu'il a pris sa forme, était dans un état de fluidité; et il est démontré que, l'eau n'ayant pu produire la dissolution des matières terrestres, cette fluidité était une liquéfaction causée par le feu. Or, pour passer de ce premier état d'embrasement et de liquéfaction à celui d'une chaleur douce et tempérée, il a fallu du temps: le globe n'a pu se refroidir tout à coup au point où il l'est aujourd'hui. Ainsi, dans les premiers temps après sa formation, la chaleur propre de la terre était infiniment plus grande que celle qu'elle reçoit du soleil, puisqu'elle est encore beaucoup plus grande aujourd'hui; ensuite ce grand feu s'étant dissipé peu à peu, le climat du pôle a éprouvé, comme tous les autres climats, des degrés successifs de moindre chaleur et de refroidissement. Il y a donc eu un temps, et même une longue suite de temps pendant laquelle les terres du nord, après avoir brûlé comme toutes les autres, ont joui de la même chaleur dont jouissent aujourd'hui les terres du midi: par conséquent, ces terres septentrionales ont pu et dû être habitées par les animaux qui habitent actuellement les terres méridionales, et auxquels cette chaleur est nécessaire. Dès lors le fait, loin d'être extraordinaire, se lie parfaitement avec les autres faits, et n'en est qu'une simple conséquence: au lieu de s'opposer à la théorie de la terre que nous avons établie, ce même fait en devient, au contraire, une preuve accessoire qui ne peut que la confirmer dans le point le plus obscur, c'est-à-dire lorsqu'on commence à tomber dans cette profondeur du temps où la lumière du génie semble s'éteindre, et où, faute d'observations, elle paraît ne pouvoir nous guider pour aller plus loin.

Une sixième époque, postérieure aux cinq autres, est celle de la séparation des deux continents. Il est sûr qu'ils n'étaient pas séparés dans le temps que les éléphants vivaient également dans les terres du nord de l'Amérique, de l'Europe et de l'Asie: je dis également, car on trouve de même leurs ossements en Sibérie, en Russie et au Canada. La séparation des continents ne s'est donc faite que dans des temps postérieurs à ceux du séjour de ces animaux dans les terres septentrionales: mais, comme l'on trouve aussi des défenses d'éléphant en Pologne, en Allemagne, en France, en Italie[1], on doit en conclure qu'à mesure que les terres septentrionales se refroidissaient, ces animaux se retiraient vers les contrées des zones tempérées où la chaleur du soleil et la plus grande épaisseur du globe compensaient la perte de la chaleur intérieure de la terre; et qu'enfin ces zones s'étant aussi trop refroidies avec le temps, ils ont successivement gagné les climats de la zone torride, qui sont ceux où la chaleur intérieure s'est conservée le plus longtemps par la plus grande épaisseur du sphéroïde de la terre, et les seuls où cette chaleur, réunie avec celle du soleil, soit encore assez forte aujourd'hui pour maintenir leur nature et soutenir leur propagation.

De même on trouve en France, et dans toutes les autres parties de l'Europe, des coquilles, des squelettes et des vertèbres d'animaux marins qui ne peuvent subsister que dans les mers les plus méridionales. Il est donc arrivé, pour les climats de la mer, le même changement de température que pour ceux de la terre; et ce second fait, s'expliquant, comme le premier, par la même cause, paraît confirmer le tout au point de la démonstration.

Lorsque l'on compare ces anciens monuments du premier âge de la nature vivante avec ses productions actuelles, on voit évidemment que la forme constitutive de chaque animal s'est conservée la même et sans altération dans ses principales parties: le type de chaque espèce n'a point changé; le moule intérieur a conservé sa forme et n'a point varié. Quelque longue qu'on voulût imaginer la succession des temps, quelque nombre de générations qu'on admette ou qu'on suppose, les individus de chaque genre représentent aujourd'hui les formes de ceux des premiers siècles, surtout dans les espèces majeures, dont l'empreinte est plus ferme et la nature plus fixe; car les espèces inférieures ont, comme nous l'avons dit, éprouvé d'une manière sensible tous les effets des différentes causes de dégénération. Seulement il est à remarquer au sujet de ces espèces majeures, telles que l'éléphant et l'hippopotame, qu'en comparant leurs dépouilles antiques avec celles de notre temps, on voit qu'en général ces animaux étaient alors plus grands qu'ils ne le sont aujourd'hui; la nature était dans sa première vigueur; la chaleur intérieure de la terre donnait à ses productions toute la force et toute l'étendue dont elles étaient susceptibles. Il y a eu dans ce premier âge des géants en tout genre; les nains et les pygmées

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

sont arrivés depuis, c'est-à-dire après le refroidissement; et si (comme d'autres monuments semblent le démontrer) il y a eu des espèces perdues, c'est-à-dire des animaux qui aient autrefois existé et qui n'existent plus, ce ne peuvent être que ceux dont la nature exigeait une chaleur plus grande que la chaleur actuelle de la zone torride. Ces énormes dents molaires, presque carrées, et à grosses pointes mousses, ces grandes volutes pétrifiées, dont quelques-unes ont plusieurs pieds de diamètre[1], plusieurs autres poissons et coquillages fossiles dont on ne retrouve nulle part les analogues vivants, n'ont existé que dans ces premiers temps où la terre et la mer encore chaudes devaient nourrir des animaux auxquels ce degré de chaleur était nécessaire, et qui ne subsistent plus aujourd'hui, parce que probablement ils ont péri par le refroidissement.

Voilà donc l'ordre des temps indiqués par les faits et par les monuments; voilà six époques dans la succession des premiers âges de la nature, six espaces de durée dont les limites, quoique indéterminées, n'en sont pas moins réelles; car ces époques ne sont pas, comme celles de l'histoire civile, marquées par des points fixes, ou limitées par des siècles et d'autres portions du temps que nous puissions compter et mesurer exactement : néanmoins nous pouvons les comparer entre elles, en évaluer la durée relative, et rappeler à chacune de ces périodes de durée d'autres monuments et d'autres faits qui nous indiqueront des dates contemporaines, et peut-être aussi quelques époques intermédiaires et subséquentes.

Mais, avant d'aller plus loin, hâtons-nous de prévenir une objection grave qui pourrait même dégénérer en imputation. Comment accordez-vous, dira-t-on, cette haute ancienneté que vous donnez à la matière, avec les traditions sacrées, qui ne donnent au monde que six ou huit mille ans? Quelque fortes que soient vos preuves, quelque fondés que soient vos raisonnements, quelque évidents que soient vos faits, ceux qui sont rapportés dans le Livre sacré ne sont-ils pas encore plus certains? Les contredire, n'est-ce pas manquer à Dieu, qui a eu la bonté de nous les révéler?

Je suis affligé toutes les fois qu'on abuse de ce grand, de ce saint nom de Dieu: je suis blessé toutes les fois que l'homme le profane, et qu'il prostitue l'idée du premier être, en la substituant à celle du fantôme de ses opinions. Plus j'ai pénétré dans le sein de la nature, plus j'ai admiré et profondément respecté son auteur : mais un respect aveugle serait superstition; la vraie religion suppose, au contraire, un respect éclairé. Voyons donc, tâchons d'entendre sainement les premiers faits que l'interprète divin nous a transmis au sujet de la création; recueillons avec soin ces rayons échappés de la lumière céleste : loin d'offusquer la vérité, ils ne peuvent qu'y ajouter un nouveau degré d'éclat et de splendeur.

« Au commencement, Dieu créa le ciel et « la terre. »

Cela ne veut pas dire qu'au commencement Dieu créa le ciel et la terre *tels qu'ils sont*, puisqu'il est dit immédiatement après, *que la terre était informe*, et que le soleil, la lune et les étoiles ne furent placés dans le ciel qu'au quatrième jour de la création. On rendrait donc le texte contradictoire à lui-même, si l'on voulait soutenir qu'*au commencement Dieu créa le ciel et la terre tels qu'ils sont*. Ce fut dans un temps subséquent qu'il les rendit en effet *tels qu'ils sont*, en donnant la forme à la matière, et en plaçant le soleil, la lune et les étoiles dans le ciel. Ainsi, pour entendre sainement ces premières paroles, il faut nécessairement suppléer un mot qui concilie le tout, et lire : *Au commencement Dieu créa* la matière *du ciel et de la terre*.

Et *ce commencement*, ce premier temps, le plus ancien de tous, pendant lequel la matière du ciel et de la terre existait sans forme déterminée, paraît avoir eu une longue durée; car écoutons attentivement la parole de l'interprète divin :

« La terre était informe et toute nue, les « ténèbres couvraient la face de l'abîme, « et l'esprit de Dieu était porté sur les « eaux. »

La terre *était*, les ténèbres *couvraient*, l'esprit de Dieu *était*. Ces expressions, par l'imparfait du verbe, n'indiquent-elles pas que c'est pendant un long espace de temps que la terre a été informe, et que les ténèbres ont couvert la face de l'abîme? Si cet état informe, si cette

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

face ténébreuse de l'abîme n eussent existé qu'un jour, si même cet état n'eût pas duré longtemps, l'écrivain sacré, ou se serait autrement exprimé, ou n'aurait fait aucune mention de ce moment des ténèbres; il eût passé de la création de la matière en général à la production de ses formes particulières, et n'aurait pas fait un repos appuyé, une pause marquée entre le premier et le second instant des ouvrages de Dieu. Je vois donc clairement que non-seulement on peut, mais que même l'on doit, pour se conformer au sens du texte de l'Écriture sainte, regarder la création de la matière en général comme plus ancienne que les productions particulières et successives de ses différentes formes; et cela se confirme encore par la transition qui suit :

« Or, Dieu dit. »

Ce mot *or* suppose des choses faites et des choses à faire : c'est le projet d'un nouveau dessein, c'est l'indication d'un décret pour changer l'état ancien ou actuel des choses en un nouvel état.

« Que la lumière soit faite, et la lumière « fut faite. »

Voila la première parole de Dieu ; elle est si sublime et si prompte, qu'elle nous indique assez que la production de la lumière se fit en un instant : cependant la lumière ne parut pas d'abord ni tout à coup comme un éclair universel ; elle demeura pendant du temps confondue avec les ténèbres, et Dieu prit lui-même du temps pour la considérer ; car, est-il dit,

« Dieu vit que la lumière était bonne, et « il sépara la lumière d'avec les téné« bres. »

L'acte de la séparation de la lumière d'avec les ténèbres est donc évidemment distinct et physiquement éloigné par un espace de temps de l'acte de sa production ; et ce temps, pendant lequel il plut à Dieu de la considérer pour voir *qu'elle était bonne*, c'est-à-dire utile à ses desseins; ce temps, dis-je, appartient encore et doit s'ajouter à celui du chaos, qui ne commença à se débrouiller que quand la lumière fut séparée des ténèbres.

Voilà donc deux temps, voilà deux espaces de durée que la texte sacré nous force à reconnaître : le premier, entre la création de la matière en général et la production de la lumière; le second, entre cette production de la lumière et sa séparation d'avec les ténèbres. Ainsi, loin de manquer à Dieu en donnant à la matière plus d'ancienneté qu'au monde *tel qu'il est*, c'est au contraire le respecter autant qu'il est en nous, en conformant notre intelligence à sa parole. En effet, la lumière qui éclaire nos âmes ne vient-elle pas de Dieu? Les vérités qu'elle nous présente peuvent-elles être contradictoires avec celles qu'il nous a révélées? Il faut se souvenir que son inspiration divine a passé par les organes de l'homme ; que sa parole nous a été transmise dans une langue pauvre, dénuée d'expressions précises pour les idées abstraites, en sorte que l'interprète de cette parole divine a été obligé d'employer souvent des mots dont les acceptions ne sont déterminées que par les circonstances : par exemple, le mot *créer* et le mot *former* ou *faire*, sont employés indistinctement pour signifier la même chose ou des choses semblables, tandis que dans nos langues ces deux mots ont chacun un sens tres-différent et très-déterminé : créer est tirer une substance du néant; former ou faire, c'est la tirer de quelque chose sous une forme nouvelle; et il parait que le mot créer[1] appartient de préférence, et peut-être uniquement, au premier verset de la Genèse, dont la traduction précise en notre langue doit être : *Au commencement Dieu tira du néant la matiere du ciel et de la terre*; et ce qui prouve que ce mot créer, ou tirer du néant, ne doit s'appliquer qu'à ces premières paroles, c'est que toute la matière du ciel et de la terre ayant été créée ou tirée du néant dès le commencement, il n'est plus possible, et par conséquent plus permis de supposer de nouvelles créations de matière, puisque alors *toute matière* n'aurait pas été créée dès le commencement. Par conséquent l'ouvrage des six jours ne peut s'entendre que comme une formation, une production de formes tirées de la matière créée précédemment, et non pas comme d'autres créations de matières nouvelles tirées immédiatement du néant; et en effet, lorsqu'il est question de la lumière, qui est la première de ces formations ou productions tirées du sein de

[1] Le mot *bara*, que l'on traduit ici par *créer*, se traduit dans tous les autres passages de l'Écriture, par *former* ou *faire*.

la matière, il est dit seulement *que la lumière soit faite*, et non pas, *que la lumière soit créée*. Tout concourt donc à prouver que la matière, ayant été créée *in principio*, ce ne fut que dans des temps subséquents qu'il plut au souverain Être de lui donner la forme, et qu'au lieu de tout créer et de tout former dans le même instant, comme il l'aurait pu faire, s'il eût voulu déployer toute l'étendue de sa toute-puissance, il n'a voulu, au contraire, qu'agir avec le temps, produire successivement, et mettre même des repos, des intervalles considérables entre chacun de ses ouvrages. Que pouvons-nous entendre par les six jours que l'écrivain sacré nous désigne si précisément en les comptant les uns après les autres, sinon six espaces de temps, six intervalles de durée? Et ces espaces de temps indiqués par le nom de *jours*, faute d'autres expressions, ne peuvent avoir aucun rapport avec nos jours actuels, puisqu'il s'est passé successivement trois de ces jours avant que le soleil ait été placé dans le ciel. Il n'est donc pas possible que ces jours fussent semblables aux nôtres; et l'interprète de Dieu semble l'indiquer assez en les comptant toujours du soir au matin, au lieu que les jours solaires doivent se compter du matin au soir. Ces six jours n'étaient donc pas des jours solaires semblables aux nôtres, ni même des jours de lumière, puisqu'ils commençaient par le soir et finissaient au matin. Ces jours n'étaient pas même égaux, car ils n'auraient pas été proportionnés à l'ouvrage. Ce ne sont donc que six espaces de temps : l'historien sacré ne détermine pas la durée de chacun; mais le sens de la narration semble la rendre assez longue pour que nous puissions l'étendre autant que l'exigent les vérités physiques que nous avons à démontrer. Pourquoi donc se récrier si fort sur cet emprunt du temps, que nous ne faisons qu'autant que nous y sommes forcés par la connaissance démonstrative des phénomènes de la nature? pourquoi vouloir nous refuser ce temps, puisque Dieu nous le donne par sa propre parole, et qu'elle serait contradictoire ou inintelligible, si nous n'admettions pas l'existence de ces premiers temps antérieurs à la formation du monde *tel qu'il est?*

A la bonne heure que l'on dise, que l'on soutienne, même rigoureusement, que depuis le dernier terme, depuis la fin des ouvrages de Dieu, c'est-à-dire depuis la création de l'homme, il ne s'est écoulé que six ou huit mille ans, parce que les différentes généalogies du genre humain depuis Adam n'en indiquent pas davantage; nous devons cette foi, cette marque de soumission et de respect à la plus ancienne, à la plus sacrée de toutes les traditions; nous lui devons même plus, c'est de ne jamais nous permettre de nous écarter de la lettre de cette sainte tradition que quand la *lettre lue*, c'est-à-dire quand elle paraît directement opposée à la saine raison et à la vérité des faits de la nature; car toute raison, toute vérité venant également de Dieu, il n'y a de différence entre les vérités qu'il nous a révélées et celles qu'il nous a permis de découvrir par nos observations et nos recherches; il n'y a, dis-je, d'autre différence que celle d'une première faveur faite gratuitement à une seconde grâce qu'il a voulu différer et nous faire mériter par nos travaux; et c'est par cette raison que son interprète n'a parlé aux premiers hommes, encore très-ignorants, que dans le sens vulgaire, et qu'il ne s'est pas élevé au-dessus de leurs connaissances, qui, bien loin d'atteindre au vrai système du monde, ne s'étendaient pas même au delà des notions communes fondées sur le simple rapport des sens; parce qu'en effet c'était au peuple qu'il fallait parler, et que la parole eût été vaine et inintelligible, si elle eût été telle qu'on pourrait la prononcer aujourd'hui, puisque aujourd'hui même il n'y a qu'un petit nombre d'hommes auxquels les vérités astronomiques et physiques soient assez connues pour n'en pouvoir douter, et qui puissent en entendre le langage.

Voyons donc ce qu'était la physique dans ces premiers âges du monde, et ce qu'elle serait encore si l'homme n'eût jamais étudié la nature. On voit le ciel comme une voûte d'azur, dans lequel le soleil et la lune paraissent être les astres les plus considérables, dont le premier produit toujours la lumière du jour, et le second fait souvent celle de la nuit; on les voit paraître ou se lever d'un côté, et disparaître ou se coucher de l'autre, après avoir fourni leur course et donné leur lumière pendant un certain espace de temps. On voit que la mer est de la même couleur que la voûte azurée, et qu'elle paraît toucher au ciel lorsqu'on la regarde au loin. Toutes les idées du peuple sur le système du monde ne portent que sur ces trois ou quatre notions; et quelque fausses qu'elles soient, il fallait s'y conformer pour se faire entendre.

En conséquence de ce que la mer paraît dans

le lointain se réunir au ciel, il était naturel d'imaginer qu'il existe en effet des eaux supérieures et des eaux inférieures, dont les unes remplissent le ciel, et les autres la mer; et que, pour soutenir les eaux supérieures, il fallait un firmament, c'est-à-dire un appui, une voûte solide et transparente, au travers de laquelle on aperçût l'azur des eaux supérieures; aussi est-il dit : *Que le firmament soit fait au milieu des eaux, et qu'il sépare les eaux d'avec les eaux; et Dieu fit le firmament, et sépara les eaux qui étaient sous le firmament de celles qui étaient au-dessus du firmament, et Dieu donna au firmament le nom de ciel... et à toutes les eaux rassemblées sous le firmament, le nom de mer.* C'est à ces mêmes idées que se rapportent les cataractes du ciel, c'est-à-dire les portes ou les fenêtres de ce firmament solide qui s'ouvrirent lorsqu'il fallut laisser tomber les eaux supérieures pour noyer la terre. C'est encore d'après ces mêmes idées qu'il est dit que les poissons et les oiseaux ont eu une origine commune. Les poissons auront été produits par les eaux inférieures, et les oiseaux par les eaux supérieures, parce qu'ils s'approchent par leur vol de la voûte azurée, que le vulgaire n'imagine pas être beaucoup plus élevée que les nuages. De même le peuple a toujours cru que les étoiles sont attachées comme des clous à cette voûte solide, qu'elles sont plus petites que la lune, et infiniment plus petites que le soleil : il ne distingue pas même les planètes des étoiles fixes; et c'est par cette raison qu'il n'est fait aucune mention des planètes dans tout le récit de la création; c'est par la même raison que la lune y est regardée comme le second astre, quoique ce ne soit en effet que le plus petit de tous les corps célestes, etc., etc., etc.

Tout, dans le récit de Moïse, est mis à la portée de l'intelligence du peuple; tout y est représenté relativement à l'homme vulgaire, auquel il ne s'agissait pas de démontrer le vrai système du monde, mais qu'il suffisait d'instruire de ce qu'il devait au Créateur, en lui montrant les effets de sa toute-puissance comme autant de bienfaits : les vérités de la nature ne devaient paraître qu'avec le temps, et le souverain Être se les réservait comme le plus sûr moyen de rappeler l'homme à lui, lorsque sa foi, déclinant dans la suite des siècles, serait devenue chancelante, lorsque éloigné de son origine il pourrait l'oublier; lorsque enfin, trop accoutumé au spectacle de la nature, il n'en serait plus touché et viendrait à en méconnaître l'auteur. Il était donc nécessaire de raffermir de temps en temps, et même d'agrandir l'idée de Dieu dans l'esprit et dans le cœur de l'homme. Or, chaque découverte produit ce grand effet; chaque nouveau pas que nous faisons dans la nature, nous rapproche du Créateur. Une vérité nouvelle est une espèce de miracle; l'effet en est le même, et elle ne diffère du vrai miracle, qu'en ce que celui-ci est un coup d'éclat que Dieu frappe immédiatement et rarement, au lieu qu'il se sert de l'homme pour découvrir et manifester les merveilles dont il a rempli le sein de la nature; et que, comme ces merveilles s'opèrent à tout instant, qu'elles sont exposées de tout temps et pour tous les temps à sa contemplation, Dieu le rappelle incessamment à lui, non-seulement par le spectacle actuel, mais encore par le développement successif de ses œuvres.

Au reste, je ne me suis permis cette interprétation des premiers versets de la Genèse, que dans la vue d'opérer un grand bien; ce serait de concilier à jamais la science de la nature avec celle de la théologie : elles ne peuvent, selon moi, être en contradiction qu'en apparence, et mon explication semble le démontrer. Mais si cette explication, quoique simple et très-claire, paraît insuffisante et même hors de propos à quelques esprits trop strictement attachés à la lettre, je les prie de me juger par l'intention, et de considérer que mon système sur les époques de la nature, étant purement hypothétique, il ne peut nuire aux vérités révélées, qui sont autant d'axiomes immuables, indépendants de toute hypothèse, et auxquels j'ai soumis et je soumets mes pensées.

PREMIÈRE ÉPOQUE.

LORSQUE LA TERRE ET LES PLANÈTES ONT PRIS LEUR FORME.

Dans ce premier temps où la terre en fusion, tournant sur elle-même, a pris sa forme et s'est élevée sur l'équateur en s'abaissant sous les pôles, les autres planètes étaient dans le même état de liquéfaction, puisqu'en tournant sur elles-mêmes elles ont pris, comme la terre, une forme renflée sur leur équateur et aplatie sous leurs pôles, et que ce renflement et cette dépression sont proportionnels à la vitesse de leur rotation.

Le globe de Jupiter nous en fonrnit la preuve : comme il tourne beaucoup plus vite que celui de la Terre, il est en conséquence bien pins élevé sur son équateur et plus abaissé sous ses pôles, car les observations nous démontrent que les deux diamètres de cette planète diffèrent de plus d'un treizième, tandis que ceux de la Terre ne diffèrent que d'une deux cent trentième partie : elles nous montrent nussi que dans Mars, qui tourne près d'une fois moins vite que la Terre, cette différeuce eutre les deux diamètres n'est pas assez sensible pour être mesurée par les astronomes, et que dans la Lune, dont le mouvement de rotation est encore bien plus lent, les deux diamètres paraissent égaux. La vitesse de la rotation des planètes est donc la seule cause de leur renflement sur l'équateur ; et ce renflement, qui s'est fait en même temps que leur aplatissement sous les pôles, suppose une fluidité entière dans toute la masse de ces globes, c'est-à-dire un état de liquéfaction causé par le feu [1].

D'ailleurs, toutes les planètes circulant autour du Soleil, dans le même sens et presque dans le même plan, elles paraissent avoir été mises en mouvement par une impulsion commune et dans un même temps ; leur mouvement de circulation et leur mouvement de rotation sont contemporains, aussi bien que leur état de fusion ou de liquéfaction par le feu, et ces mouvements ont nécessairement été précédés par l'impulsion qui les a produits.

Dans celles des planètes dont la masse a été frappée le plus obliquement, le mouvement de rotation a été le plus rapide ; et, par cette rapidité de rotation, les premiers effets de la force centrifuge ont excédé ceux de la pesanteur : en conséquence il s'est fait dans ces masses liquides une séparation et une projection de parties à leur équateur, où cette force centrifuge est la plus grande ; lesquelles parties, séparées et chassées par cette force, ont formé des masses concomitantes, et sont devenues des satellites qui ont dû circuler et qui circulent en effet tous dans le plan de l'équateur de la planète dont ils ont été séparés par cette cause. Les satellites des planètes se sont donc formés aux dépens de la matière de leur planète principale, comme les planètes elles-mêmes paraissent s'être formées aux dépens de la masse du Soleil. Ainsi, le temps de la formation des satellites est le même que celui du commencement de la rotation des planètes : c'est le moment où la matière qui les compose venait de se rassembler, et ne formait encore que des globes liquides, état dans lequel cette matière en liquéfaction pouvait en être séparée et projetée fort aisément : car, dès que la surface de ces globes eut commencé à prendre un peu de consistance et de rigidité par le refroidissement, la matière, quoique animée de la même force centrifuge, étant retenue par celle de la cohésion, ne pouvait plus être séparée ni projetée hors de la planète par ce même mouvement de rotation.

Comme nous ne connaissons dans la nature aucune cause de chaleur, aucun feu que celui du soleil, qui ait pu fondre ou tenir en liquéfaction la matière de la terre et des planètes, il me paraît qu'en se refusant à croire que les planètes sont issues et sorties du soleil, on serait au moins forcé de supposer qu'elles ont été exposées de très-près aux ardeurs de cet astre de feu pour pouvoir être liquéfiées. Mais cette supposition ne serait pas encore suffisante pour expliquer l'effet, et tomberait d'elle-même par une circonstance nécessaire, c'est qu'il faut du temps pour que le feu, quelque violent qu'il soit, pénètre les matières solides qui lui sont exposées, et un très-long temps pour les liquéfier. On a vu, par les expériences [1] qui précèdent, que pour échauffer un corps jusqu'au degré de fusion, il faut au moins la quinzième partie du temps qu'il faut pour le refroidir, et qu'attendu les grands volumes de la Terre et des autres planètes, il serait de toute nécessité qu'elles eussent été pendant plusieurs milliers d'années stationnaires auprès du soleil, pour recevoir le degré de chaleur nécessaire à leur liquéfaction : or il est sans exemple dans l'univers qu'aucun corps, aucune planète, aucune comète, demeure stationnaire auprès du soleil, même pour un instant ; au contraire, plus les comètes en approchent, et plus leur mouvement est rapide : le temps de leur périhélie est extrêmement court, et le feu de cet astre, en brûlant la surface, n'a pas le temps de pénétrer la masse des comètes qui s'en approchent le plus.

Ainsi, tout concourt à prouver qu'il n'a pas suffi que la terre et les planètes aient passé comme certaines comètes dans le voisinage du soleil, pour que leur liquéfaction ait pu s'y opérer ; nous devons donc présumer que cette ma-

[1] Voyez la Théorie de la Terre, article *de la formation des planètes*, tome I.

[1] Voyez le premier et le second mémoires.

tière des planètes a autrefois appartenu au corps même du soleil, et en a été séparée, comme nous l'avons dit, par une seule et même impulsion : car les comètes qui approchent le plus du soleil ne nous présentent que le premier degré des grands effets de la chaleur ; elles paraissent précédées d'une vapeur enflammée lorsqu'elles s'approchent, et suivies d'une semblable vapeur lorsqu'elles s'éloignent de cet astre. Ainsi, une partie de la matière superficielle de la comète s'étend autour d'elle, et se présente à nos yeux en forme de vapeurs lumineuses, qui se trouvent dans un état d'expansion et de volatilité causée par le feu du soleil ; mais le noyau [1], c'est-à-dire le corps même de la comète, ne paraît pas être profondément pénétré par le feu, puisqu'il n'est pas lumineux par lui-même, comme le serait néanmoins toute masse de fer, de verre ou d'autre matière solide, intimement pénétrée par cet élément ; par conséquent, il paraît nécessaire que la matière de la terre et des planètes, qui a été dans un état de liquéfaction, appartienne au corps même du soleil, et qu'elle fasse partie des matières en fusion qui constituent la masse de cet astre de feu.

Les planètes ont reçu leur mouvement par une seule et même impulsion, puisqu'elles circulent toutes dans le même sens et presque dans le même plan ; les comètes, au contraire, qui circulent comme les planètes autour du soleil, mais dans des sens et des plans différents, paraissent avoir été mises en mouvement par des impulsions différentes. On doit donc rapporter à une seule époque le mouvement des planètes, au lieu que celui des comètes pourrait avoir été donné en différents temps. Ainsi, rien ne peut nous éclairer sur l'origine du mouvement des comètes ; mais nous pouvons raisonner sur celui des planètes, parce qu'elles ont entre elles des rapports communs qui indiquent assez clairement qu'elles ont été mises en mouvement par une seule et même impulsion. Il est donc permis de chercher dans la nature la cause qui a pu produire cette grande impulsion, au lieu que nous ne pouvons guère former de raisonnements, ni même faire des recherches sur les causes du mouvement d'impulsion des comètes.

Rassemblant seulement les rapports fugitifs et les légers indices qui peuvent fournir quelques conjectures, on pourrait imaginer, pour satisfaire quoique très-imparfaitement, à la curiosité de l'esprit, que les comètes de notre système solaire ont été formées par l'explosion d'une étoile fixe ou d'un soleil voisin du nôtre, dont toutes les parties dispersées, n'ayant plus de centre ou de foyer commun, auront été forcées d'obéir à la force attractive de notre soleil, qui dès lors sera devenu le pivot et le foyer de toutes nos comètes. Nous et nos neveux n'en dirons pas davantage jusqu'à ce que, par des observations ultérieures, on parvienne à reconnaître quelque rapport commun dans le mouvement d'impulsion des comètes ; car, comme nous ne connaissons rien que par comparaison, dès que tout rapport nous manque, et qu'aucune analogie ne se présente, toute lumière fuit, et non-seulement notre raison, mais même notre imagination, se trouvent en défaut. Aussi, m'étant abstenu ci-devant [1] de former des conjectures sur la cause du mouvement d'impulsion des comètes, j'ai cru devoir raisonner sur celle de l'impulsion des planètes ; et j'ai mis en avant, non pas comme un fait réel et certain, mais seulement comme une chose possible, que la matière des planètes a été projetée hors du soleil par le choc d'une comète. Cette hypothèse est fondée sur ce qu'il n'y a dans la nature aucun corps en mouvement, sinon les comètes, qui puissent ou aient pu communiquer un aussi grand mouvement à d'aussi grandes masses, et en même temps sur ce que les comètes approchent quelquefois de si près du soleil, qu'il est pour ainsi dire nécessaire que quelques-unes y tombent obliquement et en sillonnent la surface, en chassant devant elles les matières mises en mouvement par leur choc.

Il en est de même de la cause qui a pu produire la chaleur du soleil : il m'a paru [2] qu'on peut la déduire des effets naturels, c'est-à-dire la trouver dans la constitution du système du monde ; car le soleil ayant à supporter tout le poids, toute l'action de la force pénétrante des vastes corps qui circulent autour de lui, et ayant à souffrir en même temps l'action rapide de cette espèce de frottement intérieur dans toutes les parties de sa masse, la matière qui le compose doit être dans l'état de la plus grande division ; elle a dû devenir et demeurer fluide, lumineuse et brûlante, en raison de cette pression et de ce frottement intérieur toujours également subsi-

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

[1] Voyez l'article de la formation des planètes dans ce volume.
[2] Voyez l'article qui a pour titre : *De la nature*, première vue.

stant. Les mouvements irréguliers des taches du soleil, aussi bien que leur apparition spontanée et leur disparition, démontrent assez que cet astre est liquide, et qu'il s'élève de temps en temps à sa surface des espèces de scories ou d'écumes, dont les unes nagent irrégulièrement sur cette matière enfusion, et dont quelques autres sont fixes pour un temps, et disparaissent comme les premières, lorsque l'action du feu les a de nouveau divisées. On sait que c'est par le moyen de quelques-unes de ces taches fixes qu'on a déterminé la durée de la rotation du soleil en vingt-cinq jours et demi.

Or, chaque comète et chaque planète forment une roue, dont les rais sont les rayons de la force attractive; le soleil est l'essieu ou le pivot commun de toutes ces différentes roues; la comète ou la planète en est la jante mobile, et chacune contribue de tout son poids et de toute sa vitesse à l'embrasement de ce foyer général, dont le feu durera par conséquent aussi longtemps que le mouvement et la pression des vastes corps qui le produisent.

De là ne doit-on pas présumer que si l'on ne voit pas les planètes autour des étoiles fixes, ce n'est qu'à cause de leur immense éloignement? Notre vue est trop bornée, nos instruments trop peu puissants pour apercevoir ces astres obscurs, puisque ceux même qui sont lumineux échappent à nos yeux, et que, dans le nombre infini de ces étoiles, nous ne connaîtrons jamais que celles que nos instruments de longue vue pourront nous rapprocher : mais l'analogie nous indique qu'étant fixes et lumineuses comme le soleil, les étoiles ont dû s'échauffer, se liquéfier et brûler par la même cause, c'est-à-dire par la pression active des corps opaques, solides et obscurs, qui circulent autour d'elles. Cela seul peut expliquer pourquoi il n'y a que les astres fixes qui soient lumineux, et pourquoi dans l'univers solaire tous les astres errants sont obscurs.

Et la chaleur produite par cette cause devant être en raison du nombre, de la vitesse, et de la masse des corps qui circulent autour du foyer, le feu du soleil doit être d'une ardeur ou plutôt d'une violence extrême, non-seulement parce que les corps qui circulent autour de lui sont tous vastes, solides et mus rapidement, mais encore parce qu'ils sont en grand nombre : car, indépendamment des six planètes, de leurs dix satellites et de l'anneau de Saturne, qui tous pèsent sur le soleil, et forment un volume de matière deux mille fois plus grand que celui de la terre, le nomb e des comètes est plus considérable qu'on ne le croit vulgairement : elles seules ont pu suffire pour allumer le feu du soleil avant la projection des planètes, et suffiraient encore pour l'entretenir aujourd'hui. L'homme ne parviendra peut-être jamais à reconnaître les planètes qui circulent autour des étoiles fixes; mais, avec le temps, il pourra savoir au juste quel est le nombre des comètes dans le système solaire. Je regarde cette grande connaissance comme réservée à la postérité. En attendant, voici une espèce d'évaluation qui, quoique bien éloignée d'être précise, ne laissera pas de fixer les idées sur le nombre de ces corps circulant autour du soleil.

En consultant les recueils d'observations, on voit que; depuis l'an 1101 jusqu'en 1766, c'est-à-dire en six cent soixante-cinq années, il y a eu deux cent vingt-huit apparitions de comètes. Mais le nombre de ces astres errants qui ont été remarqués n'est pas aussi grand que celui des apparitions, puisque la plupart, pour ne pas dire tous, font leur révolution en moins de six cent soixante-cinq ans. Prenons donc les deux comètes desquelles seules les révolutions nous sont parfaitement connues, savoir, la comète de 1680, dont la période est d'environ cinq cent soixante-quinze ans; et celle de 1759, dont la période est de soixante-seize ans. On peut croire, en attendant mieux, qu'en prenant le terme moyen, trois cent vingt-six ans, entre ces deux périodes de révolution, il y a autant de comètes dont la période excède trois cent vingt-six ans, qu'il y en a dont la période est moindre. Ainsi, en les réduisant toutes à trois cent vingt-six ans, chaque comète aurait paru deux fois en six cent cinquante-deux ans, et l'on aurait par conséquent à peu près cent quinze comètes pour deux cent vingt-huit apparitions en six cent soixante-cinq ans.

Maintenant, si l'on considère que vraisemblablement il y a plus de comètes hors de la portée de notre vue ou échappées à l'œil des observateurs, qu'il n'y en a eu de remarquées, ce nombre croîtra peut-être de plus du triple, en sorte qu'on peut raisonnablement penser qu'il existe dans le système solaire quatre ou cinq cents comètes. Et s'il en est des comètes comme des planètes; si les plus grosses sont les plus éloignées du soleil; si les plus petites sont les seules qui en approchent d'assez près pour que

nous puissions les apercevoir, quel volume immense de matière ! quelle charge énorme sur le corps de cet astre ! quelle pression, c'est-à-dire quel frottement intérieur dans toutes les parties de sa masse, et par conséquent quelle chaleur et quel feu produits par ce frottement !

Car, dans notre hypothèse, le soleil était une masse de matière en fusion, même avant la projection des planètes; par conséquent ce feu n'avait alors pour cause que la pression de ce grand nombre de comètes qui circulaient précédemment et circulent encore aujourd'hui autour de ce foyer commun. Si la masse ancienne de soleil a été diminuée d'un six cent cinquantième [1] par la projection de la matière des planètes, lors de leur formation, la quantité totale de la cause de son feu, c'est-à-dire de la pression totale, a été augmentée dans la proportion de la pression entière des planètes, réunie à la première pression de toutes les comètes, à l'exception de celle qui a produit l'effet de la projection, et dont la matière s'est mêlée à celle des planètes pour sortir du soleil, lequel par conséquent, après cette perte, n'en est devenu que plus brillant, plus actif et plus propre à éclairer, échauffer et féconder son univers.

En poussant ces inductions encore plus loin, on se persuadera aisément que les satellites qui circulent autour de leur planète principale, et qui pèsent sur elle comme les planètes pèsent sur le soleil; que ces satellites, dis-je, doivent communiquer un certain degré de chaleur à la planète autour de laquelle ils circulent : la pression et le mouvement de la lune doivent donner à la terre un degré de chaleur, qui serait plus grand, si la vitesse du mouvement de circulation de la lune était plus grande. Jupiter, qui a quatre satellites, et Saturne, qui en a cinq, avec un grand anneau, doivent, par cette seule raison, être animés d'un certain degré de chaleur. Si ces planètes très-éloignées du soleil n'étaient pas douées comme la terre d'une chaleur intérieure, elles seraient plus que gelées; et le froid extrême que Jupiter et Saturne auraient à supporter, à cause de leur éloignement du soleil, ne pourrait être tempéré que par l'action de leurs satellites. Plus les corps circulants seront nombreux, grands et rapides, plus le corps qui leur sert d'essieu ou de pivot s'échauffera par le frottement intime qu'ils feront subir à toutes les parties de sa masse.

Ces idées se lient parfaitement avec celles qui servent de fondement à mon hypothèse sur la formation des planètes; elles en sont des conséquences simples et naturelles : mais j'ai la preuve que peu de gens ont saisi les rapports et l'ensemble de ce grand système. Néanmoins y a-t-il un sujet plus élevé, plus digne d'exercer la force du génie? On m'a critiqué sans m'entendre; que puis-je répondre? sinon que tout parle à des yeux attentifs, tout est indice pour ceux qui savent voir; mais que rien n'est sensible, rien n'est clair pour le vulgaire, et même pour ce vulgaire savant qu'aveugle le préjugé. Tâchons néanmoins de rendre la vérité plus palpable; augmentons le nombre de probabilités; rendons la vraisemblance plus grande; ajoutons lumières sur lumières, en réunissant les faits, en accumulant les preuves, et laissons-nous juger ensuite sans inquiétude et sans appel : car j'ai toujours pensé qu'un homme qui écrit doit s'occuper uniquement de son sujet, et nullement de soi; qu'il est contre la bienséance de vouloir en occuper les autres, et que par conséquent les critiques personnelles doivent demeurer sans réponse.

Je conviens que les idées de ce système peuvent paraître hypothétiques, étranges, et même chimériques, à tous ceux qui, ne jugeant les choses que par le rapport de leurs sens, n'ont jamais conçu comment on sait que la terre n'est qu'une petite planète, renflée sur l'équateur et abaissée sous les pôles; à ceux qui ignorent comment on s'est assuré que tous les corps célestes pèsent, agissent et réagissent les uns sur les autres; comment on a pu mesurer leur grandeur, leur distance, leurs mouvements, leur pesanteur, etc. : mais je suis persuadé que ces mêmes idées paraîtront simples, naturelles, et même grandes, au petit nombre de ceux qui, par des observations et des réflexions suivies, sont parvenus à connaître les lois de l'univers, et qui, jugeant des choses par leurs propres lumières, les voient sans préjugé, telles qu'elles sont, ou telles qu'elles pourraient être : car ces deux points de vue sont à peu près les mêmes; et celui qui, regardant une horloge pour la première fois, dirait que le principe de tous ses mouvements est un ressort, quoique ce fût un poids, ne se tromperait que pour le vulgaire, et

[1] Voyez l'article qui a pour titre : *De la formation des planètes.*

aurait, aux yeux du philosophe, expliqué la machine.

Ce n'est donc pas que j'aie affirmé ni même positivement prétendu que notre terre et les planètes aient été formées nécessairement et réellement par le choc d'une comète, qui a projeté hors du soleil la six cent cinquantième partie de sa masse : mais ce que j'ai voulu faire entendre, et ce que je maintiens encore comme hypothèse très-probable, c'est qu'une comète qui, dans son périhélie, approcherait assez près du soleil pour en effleurer et sillonner la surface, pourrait produire de pareils effets, et qu'il n'est pas impossible qu'il se forme quelque jour, de cette même manière, des planètes nouvelles, qui toutes circuleraient ensemble comme les planètes actuelles, dans le même sens, et presque dans un même plan autour du soleil; des planètes qui tourneraient aussi sur elles-mêmes, et dont la matière étant, au sortir du soleil, dans un état de liquéfaction, obéirait à la force centrifuge, et s'élèverait à l'équateur en s'abaissant sous les pôles; des planètes qui pourraient de même avoir des satellites en plus ou moins grand nombre, circulant autour d'elles dans le plan de leurs équateurs, et dont les mouvements seraient semblables à ceux des satellites de nos planètes : en sorte que tous les phénomènes de ces planètes possibles et idéales seraient (je ne dis pas les mêmes), mais dans le même ordre, et dans des rapports semblables à ceux des phénomènes des planètes réelles. Et pour preuve, je demande seulement que l'on considère si le mouvement de toutes les planètes, dans le même sens, et presque dans le même plan, ne suppose pas une impulsion commune? Je demande s'il y a dans l'univers quelque corps, excepté les comètes, qui ait pu communiquer ce mouvement d'impulsion? Je demande s'il n'est pas probable qu'il tombe de temps à autre des comètes dans le soleil, puisque celle de 1680 en a, pour ainsi dire, rasé la surface, et si, par conséquent, une telle comète, en sillonnant cette surface du soleil, ne communiquerait pas son mouvement d'impulsion à une certaine quantité de matière qu'elle séparerait du corps du soleil, en la projetant au dehors? Je demande si, dans ce torrent de matière projetée, il ne se formerait pas des globes par l'attraction mutuelle des parties, et si ces globes ne se trouveraient pas à des distances différentes, suivant la différente densité des matières, et si les plus légères ne seraient pas poussées plus loin que les plus denses par la même impulsion? Je demande si la situation de tous ces globes presque dans le même plan, n'indique pas assez que le torrent projeté n'était pas d'une largeur considérable, et qu'il n'avait pour cause qu'une seule impulsion, puisque toutes les parties de la matière dont il était composé ne se sont éloignées que très-peu de la direction commune? Je demande comment et où la matière de la terre et des planètes aurait pu se liquéfier, si elle n'eût pas résidé dans le corps même du soleil; et si l'on peut trouver une cause de cette chaleur et de cet embrasement du soleil, autre que celle de sa charge, et du frottement intérieur produit par l'action de tous ces vastes corps qui circulent autour de lui? Enfin je demande qu'on examine tous les rapports, que l'on suive toutes les vues, que l'on compare toutes les analogies sur lesquelles j'ai fondé mes raisonnements, et qu'on se contente de conclure avec moi que, si Dieu l'eût permis, il se pourrait, par les seules lois de la nature, que la Terre et les planètes eussent été formées de cette même manière.

Suivons donc notre objet, et de ce temps qui a précédé les temps et s'est soustrait à notre vue, passons au premier âge de notre univers, où la terre et les planètes ayant reçu leur forme, ont pris de la consistance, et de liquides sont devenues solides. Ce changement d'état s'est fait naturellement et par le seul effet de la diminution de la chaleur : la matière qui compose le globe terrestre et les autres globes planétaires était en fusion lorsqu'ils ont commencé à tourner sur eux-mêmes; ils ont donc obéi, comme tout autre matière fluide, aux lois de la force centrifuge : les parties voisines de l'équateur, qui subissent le plus grand mouvement dans la rotation, se sont le plus élevées ; celles qui sont voisines des pôles, où ce mouvement est moindre ou nul, se sont abaissées dans la proportion juste et précise qu'exigent les lois de la pesanteur; combinées avec celles de la force centrifuge [1], et cette forme de la Terre et des planètes s'est conservée jusqu'à ce jour, et se conservera perpétuellement, quand même l'on voudrait supposer que le mouvement de rotation viendrait à s'accélérer, parce que la matière ayant passé de l'état de fluidité à celui de solidité, la cohésion des

[1] Voyez ci-après les additions et les notes justificatives des faits.

parties suffit seule pour maintenir la forme primordiale, et qu'il faudrait pour la changer que le mouvement de rotation prit une rapidité presque infinie, c'est-à-dire assez grande pour que l'effet de la force centrifuge devînt plus grand que celui de la force de cohérence.

Or, le refroidissement de la Terre et des planètes, comme celui de tous les corps chauds, a commencé par la surface : les matières en fusion s'y sont consolidées dans un temps assez court. Dès que le grand feu dont elles étaient pénétrées s'est échappé, les parties de la matière qu'il tenait divisées se sont rapprochées et réunies de plus près par leur attraction mutuelle; celles qui avaient assez de fixité pour soutenir la violence du feu ont formé des masses solides; mais celles qui, comme l'air et l'eau, se raréfient ou se volatilisent par le feu, ne pouvaient faire corps avec les autres; elles en ont été séparées dans les premiers temps du refroidissement. Tous les éléments pouvant se transmuer et se convertir, l'instant de la consolidation des matières fixes fut aussi celui de la plus grande conversion des éléments et de la production des matières volatiles : elles étaient réduites en vapeurs et dispersées au loin, formant autour des planètes une espèce d'atmosphère semblable à celle du soleil; car on sait que le corps de cet astre de feu est environné d'une sphère de vapeurs qui s'étend à des distances immenses, et peut-être jusqu'à l'orbe de la terre [1]. L'existence réelle de cette atmosphère solaire est démontrée par un phénomène qui accompagne les éclipses totales du soleil. La lune en couvre alors à nos yeux le disque tout entier; et néanmoins l'on voit encore un limbe ou grand cercle de vapeurs, dont la lumière est assez vive pour nous éclairer à peu près autant que celle de la lune : sans cela, le globe terrestre serait plongé dans l'obscurité la plus profonde pendant la durée de l'éclipse totale. On a observé que cette atmosphère solaire est plus dense dans ses parties voisines du Soleil, et qu'elle devient d'autant plus rare et plus transparente qu'elle s'étend et s'éloigne davantage du corps de cet astre de feu : l'on ne peut donc pas douter que le soleil ne soit environné d'une sphère de matières aqueuses, aériennes et volatiles, que sa violente chaleur tient suspendues et reléguées à des distances immenses, et que, dans le moment de la projection des planètes, le torrent des matières fixes sorties du corps du soleil n'ait, en traversant son atmosphère, entraîné une grande quantité de ces matières volatiles dont elle est composée ; et ce sont ces mêmes matières volatiles, aqueuses et aériennes, qui ont ensuite formé les atmosphères des planètes, lesquelles étaient semblables à l'atmosphère du soleil, tant que les planètes ont été, comme lui, dans un état de fusion ou de grande incandescence.

Toutes les planètes n'étaient donc alors que des masses de verre liquide, environnées d'une sphère de vapeurs. Tant qu'a duré cet état de fusion, et même longtemps après, les planètes étaient lumineuses par elles-mêmes, comme le sont tous les corps en incandescence; mais à mesure que les planètes prenaient de la consistance, elles perdaient de leur lumière : elles ne devinrent tout à fait obscures qu'après s'être consolidées jusqu'au centre, et longtemps après la consolidation de leur surface, comme l'on voit dans une masse de métal fondu la lumière et la rougeur subsister très-longtemps après la consolidation de sa surface. Et dans ce premier temps où les planètes brillaient de leurs propres feux, elles devaient lancer des rayons, jeter des étincelles, faire des explosions, et ensuite souffrir en se refroidissant, différentes ébullitions, à mesure que l'eau, l'air et les autres matières qui ne peuvent supporter le feu, retombaient à leur surface : la production des éléments, et ensuite leur combat, n'ont pu manquer de reproduire des inégalités, des aspérités, des profondeurs, des hauteurs, des cavernes à la surface et dans les premières couches de l'intérieur de ces grandes masses ; et c'est à cette époque que l'on doit rapporter la formation des plus hautes montagnes de la terre, de celles de la lune, et de toutes les aspérités ou inégalités qu'on aperçoit sur les planètes.

Représentons-nous l'état et l'aspect de notre univers dans son premier âge : toutes les planètes, nouvellement consolidées à la surface, étaient encore liquides à l'intérieur, et lançaient au dehors une lumière très-vive ; c'étaient autant de petits soleils détachés du grand, qui ne lui cédaient que par le volume, et dont la lumière et la chaleur se répandaient de même. Ce temps d'incandescence a duré tant que la planète n'a pas été consolidée jusqu'au centre, c'est-à-dire environ deux mille neuf cent trente.

[1] Voyez les Mémoires de MM. Cassini, Facio, etc., sur la lumière zodiacale, et le Traité de M. de Mairan sur l'Aurore boréale, pages 10 et suivantes.

six ans pour la terre, six cent quarante-quatre ans pour la lune, deux mille cent vingt-sept ans pour Mercure, onze cent trente ans pour Mars, trois mille cinq cent quatre-vingt-seize ans pour Vénus, cinq mille cent quarante ans pour Saturne, et neuf mille quatre cent trente-trois ans pour Jupiter[1].

Les satellites de ces deux grosses planètes, aussi bien que l'anneau qui environne Saturne, lesquels sont tous dans le plan de l'équateur de leur planète principale, avaient été projetés dans le temps de la liquéfaction par la force centrifuge de ces grosses planètes, qui tournent sur elles-mêmes avec une prodigieuse rapidité : la terre, dont la vitesse de rotation est d'environ neuf mille lieues pour vingt-quatre heures, c'est-à-dire de six lieues un quart par minute, a, dans ce même temps, projeté hors d'elle les parties les moins denses de son équateur, lesquelles se sont rassemblées par leur attraction mutuelle à quatre-vingt-cinq mille lieues de distance, où elles ont formé le globe de la lune. Je n'avance rien ici qui ne soit confirmé par le fait, lorsque je dis que ce sont les parties les moins denses qui ont été projetées, et qu'elles l'ont été de la région de l'équateur; car l'on sait que la densité de la lune est à celle de la terre, comme sept cent deux sont à mille, c'est-à-dire de plus d'un tiers moindre; et l'on sait aussi que la lune circule autour de la terre dans un plan qui n'est éloigné que de vingt-trois degrés de notre équateur, et que sa distance moyenne est d'environ quatre-vingt-cinq mille lieues.

Dans Jupiter, qui tourne sur lui-même en dix heures, et dont la circonférence est onze fois plus grande que celle de la terre, et la vitesse de rotation de cent soixante-cinq lieues par minute, cette énorme force centrifuge a projeté un grand torrent de matière de différents degrés de densité, dans lequel se sont formés les quatre satellites de cette grosse planète, dont l'un, aussi petit que la lune, n'est qu'à quatre-vingt-neuf mille cinq cents lieues de distance, c'est-à-dire presque aussi voisin de Jupiter que la lune l'est de la terre; le second, dont la matière était un peu moins dense que celle du premier, et qui est environ gros comme Mercure, s'est formé à cent quarante-un mille huit cents lieues; le troisième, composé de parties encore moins denses, et qui est à peu près grand comme Mars, s'est formé à deux cent vingt-cinq mille huit cents lieues; et enfin le quatrième, dont la matière était la plus légère de toutes, a été projeté encore plus loin, et ne s'est rassemblée qu'à trois cent quatre-vingt-dix-sept mille huit cent soixante-dix-sept lieues; et tous les quatre se trouvent, à très-peu près, dans le plan de l'équateur de leur planète principale, et circulent dans le même sens autour d'elle[1]. Au reste, la matière qui compose le globe de Jupiter est elle-même beaucoup moins dense que celle de la terre. Les planètes voisines du soleil sont les plus denses; celles qui en sont les plus éloignées sont en même temps les plus légères : la densité de la terre est à celle de Jupiter comme mille sont à deux cent quatre-vingt-douze; et il est à présumer que la matière qui compose ses satellites est encore moins dense que celle dont il est lui-même composé[2].

Saturne, qui probablement tourne sur lui-même encore plus vite que Jupiter, a non-seulement produit cinq satellites, mais encore un anneau qui, d'après mon hypothèse, doit être parallèle à son équateur, et qui l'environne comme un pont suspendu et continu à cinquante-quatre mille lieues de distance : cet anneau, beaucoup plus large qu'épais, est composé d'une matière solide, opaque et semblable à celle des satellites; il s'est trouvé dans le même état de fusion, et ensuite d'incandescence. Chacun de ces vastes corps a conservé cette chaleur primitive, en raison composée de leur épaisseur et de leur densité; en sorte que l'anneau de Saturne, qui paraît être le moins épais de tous les corps célestes, est celui qui aurait perdu le premier sa chaleur propre, s'il n'eût pas tiré de très-grands suppléments de chaleur de Saturne même, dont il est fort voisin; ensuite la lune et les premiers satellites de Saturne et de Jupiter, qui sont les plus petits des globes planétaires, auraient perdu leur chaleur propre dans des temps toujours proportionnels à leur diamètre; après quoi les plus gros satellites auraient de même perdu

[1] Voyez les recherches sur la température des planètes, premier et second Mémoires.

[1] M. Bailly a montré, par des raisons très-plausibles, tirées du mouvement des nœuds des satellites de Jupiter, que le premier de ces satellites circule dans le plan même de l'équateur de cette planète, et que les trois autres ne s'en écartent pas d'un degré. Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1766.

[2] J'ai, par analogie, donné aux satellites de Jupiter et de Saturne la même densité relative qui se trouve entre la terre et la lune, c'est-à-dire de mille à sept cent deux. Voyez le premier Mémoire *sur la température des planètes.*

leur chaleur, et tous seraient aujourd'hui plus refroidis que le globe de la terre, si plusieurs d'entre eux n'avaient pas reçu de leur planète principale une chaleur immense dans les commencements : enfin les deux grosses planètes, Saturne et Jupiter, conservent encore actuellement une très-grande chaleur en comparaison de celle de leurs satellites, et même de celle du globe de la terre.

Mars, dont la durée de rotation est de vingt-quatre heures quarante minutes, et dont la circonférence n'est que treize vingt-cinquièmes de celle de la terre, tourne une fois plus lentement que le globe terrestre, sa vitesse de rotation n'étant guère que de trois lieues par minute; par conséquent sa force centrifuge a toujours été moindre de plus de moitié que celle du globe terrestre : c'est par cette raison que Mars, quoique moins dense que la terre dans le rapport de sept cent trente à mille, n'a point de satellite.

Mercure, dont la densité est à celle de la terre comme deux mille quarante sont à mille, n'aurait pu produire un satellite que par une force centrifuge plus que double de celle du globe de la Terre; mais, quoique la durée de sa rotation n'ait pu être observée par les astronomes, il est plus que probable qu'au lieu d'être double de celle de la terre, elle est au contraire beaucoup moindre. Ainsi, l'on peut croire avec fondement que Mercure n'a point de satellite.

Vénus pourrait en avoir un; car, étant un peu moins épaisse que la terre dans la raison de dix-sept à dix-huit, et tournant un peu plus vite dans le rapport de vingt-trois heures vingt minutes à vingt-trois heures cinquante-six minutes, sa vitesse est de plus de six lieues trois quarts par minute, et par conséquent sa force centrifuge d'environ un treizième plus grande que celle de la terre. Cette planète aurait donc pu produire un ou deux satellites dans le temps de sa liquéfaction, si sa densité, plus grande que celle de la terre, dans la raison de mille deux cent soixante-dix à mille, c'est-à-dire de plus de cinq contre quatre, ne se fût pas opposée à la séparation et à la projection de ses parties, même les plus liquides; et ce pourrait être par cette raison que Vénus n'aurait point de satellite, quoiqu'il y ait des observateurs qui prétendent en avoir aperçu un autour de cette planète.

A tous ces faits que je viens d'exposer, on doit en ajouter un qui m'a été communiqué par M. Bailly, savant physicien-astronome, de l'Académie des Sciences. La surface de Jupiter est, comme l'on sait, sujette à des changements sensibles, qui semblent indiquer que cette grosse planète est encore dans un état d'inconstance et de bouillonnement. Prenant donc, dans mon système de l'incandescence générale et du refroidissement des planètes, les deux extrêmes, c'est-à-dire Jupiter comme le plus gros, et la Lune comme le plus petit de tous les corps planétaires, il se trouve que le premier, qui n'a pas eu encore le temps de se refroidir et de prendre consistance entière, nous présente à sa surface les effets du mouvement intérieur dont il est agité par le feu, tandis que la lune, qui, par sa petitesse, a dû se refroidir en peu de siècles, ne nous offre qu'un calme parfait, c'est-à-dire une surface qui est toujours la même, et sur laquelle l'on n'aperçoit ni mouvement ni changement. Ces deux faits, connus des astronomes, se joignent aux autres analogies que j'ai présentées sur ce sujet, et ajoutent un petit degré de plus à la probabilité de mon hypothèse.

Par la comparaison que nous avons faite de la chaleur des planètes à celle de la terre, on a vu que le temps de l'incandescence pour le globe terrestre a duré deux mille neuf cent trente-six ans; que celui de sa chaleur, au point de ne pouvoir le toucher, a été de trente-quatre mille deux cent soixante-dix ans, ce qui fait en tout trente-sept mille deux cent six ans; et que c'est là le premier moment de la naissance possible de la nature vivante. Jusqu'alors les éléments de l'air et de l'eau étaient encore confondus, et ne pouvaient se séparer ni s'appuyer sur la surface brûlante de la terre, qui les dissipait en vapeurs; mais, dès que cette ardeur se fut attiédie, une chaleur bénigne et féconde succéda par degrés au feu dévorant qui s'opposait à toute production, et même à l'établissement des éléments. Celui du feu, dans ce premier temps, s'était, pour ainsi dire, emparé des trois autres; aucun n'existait à part : la terre, l'air et l'eau, pétris de feu et confondus ensemble, n'offraient, au lieu de leurs formes distinctes, qu'une masse brûlante environnée de vapeurs enflammées. Ce n'est donc qu'après trente-sept mille ans que les gens de la terre doivent dater les actes de leur monde et compter les faits de la nature organisée.

Il faut rapporter à cette première époque ce que j'ai écrit de l'état du ciel dans mes *Mémoires sur la température des planètes*. Toutes au

commencement étaient brillantes et lumineuses; chacune formait un petit soleil [1], dont la chaleur et la lumière ont diminué peu à peu et se sont dissipées successivement dans le rapport des temps, que j'ai ci-devant indiqué, d'après mes expériences sur le refroidissement des corps en général, dont la durée est toujours à très-peu près proportionnelle à leurs diamètres et à leur densité [2].

Les planètes, ainsi que leurs satellites, se sont donc refroidies les unes plus tôt et les autres plus tard; et, en perdant partie de leur chaleur, elles ont perdu toute leur lumière propre. Le soleil seul s'est maintenu dans sa splendeur, parce qu'il est le seul autour duquel circulent un assez grand nombre de corps pour en entretenir la lumière, la chaleur et le feu.

Mais, sans insister plus longtemps sur ces objets, qui paraissent si loin de notre vue, rabaissons-la sur le seul globe de la terre. Passons à la seconde époque, c'est-à-dire au temps où la matière qui le compose s'étant consolidée, a formé les grandes masses de matières vitrescibles.

Je dois seulement répondre à une espèce d'objection que l'on m'a déjà faite sur la très-longue durée des temps. Pourquoi nous jeter, m'a-t-on dit, dans un espace aussi vague qu'une durée de cent soixante-huit mille ans? car, à la vue de votre tableau, la terre est âgée de soixante-quinze mille ans, et la nature vivante doit subsister encore pendant quatre-vingt-treize mille ans : est-il aisé, est-il même possible de se former une idée du tout, ou des parties d'une aussi longue suite de siècles? Je n'ai d'autre réponse que l'exposition des monuments et la considération des ouvrages de la nature : j'en donnerai le détail et les dates dans les époques qui vont suivre celle-ci, et l'on verra que, bien loin d'avoir augmenté sans nécessité la durée du temps, je l'ai peut-être beaucoup trop raccourcie.

Eh! pourquoi l'esprit humain semble-t-il se perdre dans l'espace de la durée plutôt que dans celui de l'étendue, ou dans la considération des mesures, des poids et des nombres? Pourquoi cent mille ans sont-ils plus difficiles à concevoir et à compter que cent mille livres de monnaie? Serait-ce parce que la somme du temps ne peut se palper ni se réaliser en espèces visibles? ou plutôt n'est-ce pas qu'étant accoutumés par notre trop courte existence à regarder cent ans comme une grosse somme de temps, nous avons peine à nous former une idée de mille ans, et ne pouvons plus nous représenter dix mille ans, ni même en concevoir cent mille? Le seul moyen est de diviser en plusieurs parties ces longues périodes de temps, de comparer par la vue de l'esprit la durée de chacune de ces parties avec les grands effets, et surtout avec les constructions de la nature, se faire des aperçus sur le nombre de siècles qu'il a fallu pour produire tous les animaux à coquilles dont la terre est remplie, ensuite sur le nombre encore plus grand des siècles qui se sont écoulés pour le transport et le dépôt de ces coquilles et de leurs détriments, enfin sur le nombre des autres siècles subséquents, nécessaires à la pétrification et au dessèchement de ces matières; et dès-lors on sentira que cette énorme durée de soixante-quinze mille ans, que j'ai comptée depuis la formation de la terre jusqu'à son état actuel, n'est pas encore assez étendue pour tous les grands ouvrages de la nature, dont la construction nous démontre qu'ils n'ont pu se faire que par une succession lente de mouvements réglés et constants.

Pour rendre cet aperçu plus sensible, donnons un exemple; cherchons combien il a fallu de temps pour la construction d'une colline d'argile de mille toises de hauteur. Les sédiments successifs des eaux ont formé toutes les couches dont la colline est composée depuis la base jusqu'à son sommet. Or, nous pouvons juger du dépôt successif et journalier des eaux par les feuillets des ardoises; ils sont si minces qu'on peut en compter une douzaine dans une ligne d'épaisseur. Supposons donc que chaque marais dépose un sédiment d'un douzième de ligne d'épaisseur, c'est-à-dire d'un sixième de ligne chaque jour, le dépôt augmentera d'une ligne en six jours, de six lignes en trente-six jours, et, par conséquent, d'environ cinq pouces en un an; ce qui donne plus de quatorze mille ans pour le temps nécessaire à la composition d'une colline de glaise de mille toises de hauteur : ce temps paraîtra même trop court, si on le compare avec ce qui se passe sous nos yeux sur certains rivages de la mer, où elle dépose des limons et des argiles, comme sur les côtes de

[1] Jupiter, lorsqu'il est le plus près de la terre, nous paraît sous un angle de cinquante-neuf ou soixante secondes; il formait donc un soleil dont le diamètre n'était que trente-une fois plus petit que celui de notre soleil.

[2] Voyez le premier et le second Mémoire sur les progrès de la chaleur, et les recherches sur la température des planètes.

Normandie[1] : car le dépôt n'augmente qu'insensiblement et de beaucoup moins de cinq pouces par an. Et si cette colline d'argile est couronnée de rochers calcaires, la durée du temps, que je réduis à quatorze mille ans, ne doit-elle pas être augmentée de celui qui a été nécessaire pour le transport des coquillages dont la colline est surmontée? et cette durée si longue n'a-t-elle pas encore été suivie du temps nécessaire à la pétrification et au dessèchement de ces sédiments, et encore d'un temps tout aussi long pour la figuration de la colline par angles saillants et rentrants? J'ai cru devoir entrer d'avance dans ce détail, afin de démontrer qu'au lieu de reculer trop loin les limites de la durée, je les ai rapprochées autant qu'il m'a été possible, sans contredire évidemment les faits consignés dans les archives de la nature.

SECONDE ÉPOQUE.

LORSQUE LA MATIÈRE, S'ÉTANT CONSOLIDÉE, A FORMÉ LA ROCHE INTÉRIEURE DU GLOBE, AINSI QUE LES GRANDES MASSES VITRESCIBLES QUI SONT A SA SURFACE.

On vient de voir que, dans notre hypothèse, il a dû s'écouler deux mille neuf cent trente-six ans avant que le globe terrestre ait pu prendre toute sa consistance, et que sa masse entière se soit consolidée jusqu'au centre. Comparons les effets de cette consolidation du globe de la terre en fusion à ce que nous voyons arriver à une masse de métal ou de verre fondu, lorsqu'elle commence à se refroidir : il se forme à la surface de ces masses des trous, des ondes, des aspérités ; et au-dessous de la surface, il se fait des vides, des cavités, des boursouflures, lesquelles peuvent nous représenter ici les premières inégalités qui se sont trouvées sur la surface de la terre et les cavités de son intérieur : nous aurons dès lors une idée du grand nombre de montagnes, de vallées, de cavernes et d'anfractuosités, qui se sont formées dès ce premier temps dans les couches extérieures de la terre. Notre comparaison est d'autant plus exacte, que les montagnes les plus élevées, que je suppose de trois mille ou trois mille cinq cents toises de hauteur, ne sont, par rapport au diamètre de la terre, que ce qu'un huitième de ligne est par rapport au diamètre d'un globe de deux pieds. Ainsi, ces chaînes de montagnes, qui nous paraissent si prodigieuses, tant par le volume que par la hauteur, ces vallées de la mer, qui semblent être des abîmes de profondeur, ne sont dans la réalité que de légères inégalités, proportionnées à la grosseur du globe, et qui ne pouvaient manquer de se former lorsqu'il prenait sa consistance : ce sont des effets naturels produits par une cause tout aussi naturelle et fort simple, c'est-à-dire par l'action du refroidissement sur les matières en fusion lorsqu'elles se consolident à la surface.

C'est alors que se sont formés les éléments par le refroidissement et pendant ses progrès : car, à cette époque, et même longtemps après, tant que la chaleur excessive a duré, il s'est fait une séparation et même une projection de toutes les parties volatiles, telles que l'eau, l'air et les autres substances que la grande chaleur chasse au dehors, et qui ne peuvent exister que dans une région plus tempérée que ne l'était alors la surface de la terre. Toutes ces matières volatiles s'étendaient donc autour du globe en forme d'atmosphère à une grande distance où la chaleur était moins forte, tandis que les matières fixes, fondues et vitrifiées, s'étant consolidées, formèrent la roche intérieure du globe et le noyau des grandes montagnes, dont les sommets, les masses intérieures et les bases sont en effet composées de matières vitrescibles. Ainsi le premier établissement local des grandes chaînes de montagnes appartient à cette seconde époque, qui a précédé de plusieurs siècles celle de la formation des montagnes calcaires, lesquelles n'ont existé qu'après l'établissement des eaux, puisque leur composition suppose la production des coquillages et des autres substances que la mer fomente et nourrit. Tant que la surface du globe n'a pas été refroidie au point de permettre à l'eau d'y séjourner sans s'exhaler en vapeurs, toutes nos mers étaient dans l'atmosphère ; elles n'ont pu tomber et s'établir sur la terre qu'au moment où sa surface s'est trouvée assez attiédie pour ne plus rejeter l'eau par une trop forte ébullition. Et ce temps de l'établissement des eaux sur la surface du globe n'a précédé que de peu de siècles le moment où l'on aurait pu toucher cette surface sans se brûler; de sorte qu'en comptant soixante-quinze mille ans depuis la formation de la terre, et la moitié de ce temps pour son refroidisse-

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

ment au point de pouvoir la toucher, il s'est peut-être passé vingt-cinq mille des premières années avant que l'eau, toujours rejetée dans l'atmosphère, ait pu s'établir à demeure sur la surface du globe ; car, quoiqu'il y ait une assez grande différence entre le degré auquel l'eau chaude cesse de nous offenser et celui où elle entre en ébullition, et qu'il y ait encore une distance considérable entre ce premier degré d'ébullition et celui où elle se disperse subitement en vapeurs, on peut néanmoins assurer que cette différence de temps ne peut pas être plus grande que je l'admets ici.

Ainsi, dans ces premières vingt-cinq mille années, le globe terrestre, d'abord lumineux et chaud comme le soleil, n'a perdu que peu à peu sa lumière et son feu : son état d'incandescence a duré pendant deux mille neuf cent trente-six ans, puisqu'il a fallu ce temps pour qu'il ait été consolidé jusqu'au centre. Ensuite les matières fixes dont il est composé sont devenues encore plus fixes en se resserrant de plus en plus par le refroidissement ; elles ont pris peu à peu leur nature et leur consistance telle que nous la reconnaissons aujourd'hui dans la roche du globe et dans les hautes montagnes, qui ne sont en effet composées, dans leur intérieur et jusqu'à leur sommet, que de matières de la même nature[1]. Ainsi l'origine date de cette même époque.

C'est aussi dans les premiers trente-sept mille ans que se sont formés, par la sublimation, toutes les grandes veines et les gros filons de mines où se trouvent les métaux. Les substances métalliques ont été séparées des autres matières vitrescibles par la chaleur longue et constante qui les a sublimées et poussées de l'intérieur de la masse du globe dans toutes les éminences de sa surface, où le resserrement des matières, causé par un plus prompt refroidissement, laissait des fentes et des cavités qui ont été incrustées et quelquefois remplies par ces substances métalliques que nous y trouvons aujourd'hui[2]; car il faut, à l'égard de l'origine des mines, faire la même distinction que nous avons indiquée pour l'origine des matières vitrescibles et des matières calcaires, dont les premières ont été produites par l'action du feu, et les autres par l'intermède de l'eau. Dans les mines métalliques, les principaux filons, ou, si l'on veut, les masses primordiales, ont été produites par la fusion et par la sublimation, c'est-à-dire par l'action du feu ; et les autres mines, qu'on doit regarder comme des filons secondaires et parasites, n'ont été produites que postérieurement par le moyen de l'eau. Ces filons principaux, qui semblent présenter les troncs des arbres métalliques, ayant tous été formés, soit par la fusion, dans le temps du feu primitif, soit par la sublimation, dans les temps subséquents, ils se sont trouvés et se trouvent encore aujourd'hui dans les fentes perpendiculaires des hautes montagnes ; tandis que c'est au pied de ces mêmes montagnes que gisent les petits filons que l'on prendrait d'abord pour les rameaux de ces arbres métalliques, mais dont l'origine est néanmoins bien différente : car ces mines secondaires n'ont pas été formées par le feu, elles ont été produites par l'action successive de l'eau qui, dans des temps postérieurs aux premiers, a détaché de ses anciens filons des particules minérales qu'elle a charriées et déposées sous différentes formes, et toujours au-dessus des filons primitifs[1].

Ainsi la production de ces mines secondaires étant bien plus récente que celle des mines primordiales, et supposant le concours et l'intermède de l'eau, leur formation doit, comme celle des matières calcaires, se rapporter à des époques subséquentes, c'est-à-dire au temps où, la chaleur brûlante s'étant attiédie, la température de la surface de la terre a permis aux eaux de s'établir, et ensuite au temps où, ces mêmes eaux ayant laissé nos continents à découvert, les vapeurs ont commencé à se condenser contre les montagnes pour y produire des sources d'eau courante. Mais, avant ce second et ce troisième temps, il y a eu d'autres grands effets, que nous devons indiquer.

Représentons-nous, s'il est possible, l'aspect qu'offrait la Terre à cette seconde époque, c'est-à-dire immédiatement après que sa surface eut pris de la consistance, et avant que la grande chaleur permît à l'eau d'y séjourner ni même de tomber de l'atmosphère. Les plaines, les montagnes, ainsi que l'intérieur du globe étaient également et uniquement composés de matières fondues par le feu, toutes vitrifiées, toutes de la même nature. Qu'on se figure pour un instant

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.
[2] Voyez ibidem.

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

la surface actuelle du globe, dépouillée de toutes ses mers, de toutes ses collines calcaires, ainsi que de toutes ses couches horizontales de pierre, de craie, de tuf, de terre végétale, d'argile, en un mot de toutes les matieres liquides ou solides qui ont été formées ou déposées par les eaux : quelle serait cette surface après l'enlèvement de ces immenses déblais? Il ne resterait que le squelette de la terre, c'est-à-dire la roche vitrescible qui en constitue la masse intérieure; il resterait les fentes perpendiculaires produites dans le temps de la consolidation, augmentées, élargies par le refroidissement; il resterait les métaux et les minéraux fixes qui, séparés de la roche vitrescible par l'action du feu, ont rempli par fusion ou par sublimation les fentes perpendiculaires de ces prolongements de la roche intérieure du globe; et enfin il resterait les trous, les anfractuosités et toutes les cavités intérieures de cette roche, qui en est la base, et qui sert de soutien à toutes les matieres terrestres amenées ensuite par les eaux.

Et comme ces fentes occasionnées par le refroidissement coupent et tranchent le plan vertical des montagnes, non-seulement de haut en bas, mais de devant en arrière ou d'un côté à l'autre, et que dans chaque montagne elles ont suivi la direction générale de sa première forme, il en a résulté que les mines, surtout celles des métaux précieux, doivent se chercher à la boussole, en suivant toujours la direction qu'indique la découverte du premier filon; car dans chaque montagne les fentes perpendiculaires qui la traversent sont à peu près parallèles : néanmoins il n'en faut pas conclure, comme l'ont fait quelques minéralogistes, qu'on doive toujours chercher les métaux dans la même direction, par exemple, sur la ligne de onze heures ou sur celle de midi; car souvent une mine de midi ou de onze heures se trouve coupée par un filon de huit ou neuf heures, etc., qui étend des rameaux sous différentes directions; et d'ailleurs on voit que, suivant la forme différente de chaque montagne, les fentes perpendiculaires la traversent à la vérité parallèlement entre elles, mais que leur direction, quoique commune dans le même lieu, n'a rien de commun avec la direction des fentes perpendiculaires d'une autre montagne, à moins que cette seconde montagne ne soit parallèle à la première.

Les métaux et la plupart des minéraux métalliques sont donc l'ouvrage du feu, puisqu'on ne les trouve que dans les fentes de la roche vitrescible, et que, dans ces mines primordiales, l'on ne voit jamais ni coquilles ni aucun autre débris de la mer mélangés avec elles. Les mines secondaires qui se trouvent au contraire, et en petite quantité, dans les pierres calcaires, dans les schistes, dans les argiles, ont été formées postérieurement aux dépens des premières, et par l'intermède de l'eau. Les paillettes d'or et d'argent que quelques rivières charrient viennent certainement de ces premiers filons métalliques renfermés dans les montagnes supérieures : des particules métalliques encore plus petites et plus ténues peuvent, en se rassemblant, former de nouvelles petites mines des mêmes métaux; mais ces mines parasites qui prennent mille formes différentes appartiennent, comme je l'ai dit, à des temps bien modernes en comparaison de celui de la formation des premiers filons qui ont été produits par l'action du feu primitif. L'or et l'argent, qui peuvent demeurer très-longtemps en fusion sans être sensiblement altérés, se présentent souvent sous leur forme native : tous les autres métaux ne se présentent communément que sous une forme minéralisée, parce qu'ils ont été formés plus tard par la combinaison de l'air et de l'eau qui sont entrés dans leur composition. Au reste, tous les métaux sont susceptibles d'être volatilisés par le feu à différents degrés de chaleur, en sorte qu'ils se sont sublimés successivement pendant le progrès du refroidissement.

On peut penser que, s'il se trouve moins de mines d'or et d'argent dans les terres septentrionales que dans les contrées du midi, c'est que communément il n'y a dans les terres du nord que de petites montagnes en comparaison de celles des pays méridionaux : la matière primitive, c'est-à-dire la roche vitreuse dans laquelle seule se sont formés l'or et l'argent, est bien plus abondante, bien plus élevée, bien plus découverte dans les contrées du midi. Ces métaux précieux paraissent être le produit immédiat du feu : les gangues et les autres matières qui les accompagnent dans leur mine sont elles-mêmes des matières vitrescibles; et, comme les veines de ces métaux se sont formées soit par la fusion, soit par la sublimation, dans les premiers temps du refroidissement, ils se trouvent en plus grande quantité dans les hautes montagnes du midi. Les métaux moins parfaits, tels que le fer et le cuivre, qui sont moins fixes au feu,

parce qu'ils contiennent des matières que le feu peut volatiliser plus aisément, se sont formés dans des temps postérieurs : aussi les trouve-t-on en bien plus grande quantité dans les pays du nord que dans ceux du midi. Il semble même que la nature ait assigné aux différents climats du globe les différents métaux ; l'or et l'argent aux régions les plus chaudes ; le fer et le cuivre aux pays les plus froids, et le plomb et l'étain aux contrées tempérées. Il semble de même qu'elle ait établi l'or et l'argent dans les plus hautes montagnes, le fer et le cuivre dans les montagnes médiocres, et le plomb et l'étain dans les plus basses. Il paraît encore que, quoique ces mines primordiales des différents métaux se trouvent toutes dans la roche vitrescible, celles d'or et d'argent sont quelquefois mélangées d'autres métaux ; que le fer et le cuivre sont souvent accompagnés de matières qui supposent l'intermède de l'eau, ce qui semble prouver qu'ils n'ont pas été produits en même temps ; et, à l'égard de l'étain, du plomb et du mercure, il y a des différences qui semblent indiquer qu'ils ont été produits dans des temps très-différents. Le plomb est le plus vitrescible de tous les métaux, et l'étain l'est le moins ; le mercure est le plus volatil de tous, et cependant il ne diffère de l'or, qui est le plus fixe de tous, que par le degré de feu que leur sublimation exige ; car l'or ainsi que tous les autres métaux peuvent également être volatilisés par une plus ou moins grande chaleur. Ainsi, tous les métaux ont été sublimés ou volatilisés successivement, pendant le progrès du refroidissement. Et, comme il ne faut qu'une très-légère chaleur pour volatiliser le mercure, et qu'une chaleur médiocre suffit pour fondre l'étain et le plomb, ces deux métaux sont demeurés liquides et coulants bien plus longtemps que les quatre premiers ; et le mercure l'est encore, parce que la chaleur actuelle de la terre est plus que suffisante pour le tenir en fusion : il ne deviendra solide que quand le globe sera refroidi d'un cinquième de plus qu'il ne l'est aujourd'hui, puisqu'il faut cent quatre-vingt-dix-sept degrés au-dessous de la température actuelle de la terre pour que ce métal fluide se consolide ; ce qui fait à peu près la cinquième partie des mille degrés au-dessous de la congélation.

Le plomb, l'étain et le mercure ont donc coulé successivement, par leur fluidité, dans les parties les plus basses de la roche du globe, et ils ont été, comme tous les autres métaux, sublimés dans les fentes des montagnes élevées. Les matières ferrugineuses qui pouvaient supporter une très-violente chaleur sans se fondre assez pour couler ont formé, dans les pays du nord, des amas métalliques si considérables, qu'il s'y trouve des montagnes entières de fer [1], c'est-à-dire d'une pierre vitrescible ferrugineuse, qui rend souvent soixante-dix livres de fer par quintal : ce sont là les mines de fer primitives ; elles occupent de très-vastes espaces dans les contrées de notre nord ; et leur substance n'étant que du fer produit par l'action du feu, ces mines sont demeurées susceptibles de l'attraction magnétique, comme le sont toutes les matières ferrugineuses qui ont subi le feu.

L'aimant est de cette même nature ; ce n'est qu'une pierre ferrugineuse dont il se trouve de grandes masses et même des montagnes dans quelques contrées, et particulièrement dans celles de notre nord [2] : c'est par cette raison que l'aiguille aimantée se dirige toujours vers ces contrées où toutes les mines de fer sont magnétiques. Le magnétisme est un effet constant de l'électricité constante produite par la chaleur intérieure et par la rotation du globe ; mais s'il dépendait uniquement de cette cause générale, l'aiguille aimantée pointerait toujours, et partout, directement au pôle : or, les différentes déclinaisons, suivant les différents pays, quoique sous le même parallèle, démontrent que le magnétisme particulier des montagnes de fer et d'aimant influe considérablement sur la direction de l'aiguille, puisqu'elle s'écarte plus ou moins à droite ou à gauche du pôle, selon le lieu où elle se trouve, et selon la distance plus ou moins grande de ces montagnes de fer.

Mais revenons à notre objet principal, à la topographie du globe antérieure à la chute des eaux. Nous n'avons que quelques indices encore subsistants de la première forme de sa surface ; les plus hautes montagnes, composées de matières vitrescibles, sont les seuls témoins de cet ancien état ; elles étaient alors encore plus élevées qu'elles ne le sont aujourd'hui ; car depuis ce temps, et après l'établissement des eaux, les mouvements de la mer, et ensuite les pluies, les vents, les gelées, les courants d'eau, la chute des torrents, enfin toutes les injures des élé-

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.
[2] Voyez ibidem.

ments de l'air et de l'eau, et les secousses des mouvements souterrains, n'ont pas cessé de les dégrader, de les trancher, et même d'en renverser les parties les moins solides; et nous ne pouvons douter que les vallées qui sont au pied de ces montagnes ne fussent bien plus profondes qu'elles ne le sont aujourd'hui.

Tâchons de donner un aperçu plutôt qu'une énumération de ces éminences primitives du globe. 1° La chaîne des Cordillières ou des montagnes de l'Amérique, qui s'étend depuis la pointe de la terre de Feu jusqu'au nord du nouveau Mexique, et aboutit enfin à des régions septentrionales que l'on n'a pas encore reconnues. On peut regarder cette chaîne de montagnes comme continue dans une longueur de plus de cent vingt degrés, c'est-à-dire de trois mille lieues; car le détroit de Magellan n'est qu'une coupure accidentelle et postérieure à l'établissement local de cette chaîne, dont les plus hauts sommets sont dans la contrée du Pérou, et se rabaissent à peu près également vers le nord et vers le midi: c'est donc sous l'équateur même que se trouvent les parties les plus élevées de cette chaîne primitive des plus hautes montagnes du monde; et nous observerons, comme chose remarquable, que de ce point de l'équateur elles vont en se rabaissant à peu près également vers le nord et vers le midi, et aussi qu'elles arrivent à peu près à la même distance, c'est-à-dire à quinze cents lieues de chaque côté de l'équateur; en sorte qu'il ne reste, à chaque extrémité de cette chaîne de montagnes, qu'environ trente degrés, c'est-à-dire sept cent cinquante lieues de mer ou de terre inconnue vers le pôle austral, et un égal espace dont on a reconnu quelques côtes vers le pôle boréal. Cette chaîne n'est pas précisément sous le même méridien, et ne forme pas une ligne droite; elle se courbe d'abord vers l'est, depuis Baldivia jusqu'à Lima, et sa plus grande déviation se trouve sous le tropique du Capricorne; ensuite elle avance vers l'ouest, retourne à l'est, auprès de Popayan, et de là se courbe fortement vers l'ouest, depuis Panama jusqu'à Mexico; après quoi elle retourne vers l'est, depuis Mexico jusqu'à son extrémité, qui est à trente degrés du pôle, et qui aboutit à peu près aux îles découvertes par de Fonté. En considérant la situation de cette longue suite de montagnes, on doit observer encore, comme chose très-remarquable, qu'elles sont toutes bien plus voisines des mers de l'occident que de celles de l'orient. 2° Les montagnes d'Afrique, dont la chaîne principale, appelée par quelques auteurs *l'Épine du monde*, est aussi fort élevée, et s'étend du sud au nord, comme celle des Cordilières en Amérique. Cette chaîne, qui forme en effet l'épine du dos de l'Afrique, commence au cap de Bonne-Espérance, et court presque sous le même méridien jusqu'à la mer Méditerranée, vis-à-vis la pointe de la Morée. Nous observerons encore, comme chose très-remarquable, que le milieu de cette grande chaîne de montagnes, longue d'environ quinze cents lieues, se trouve précisément sous l'équateur, comme le point milieu des Cordillères; en sorte qu'on ne peut guère douter que les parties les plus élevées des grandes chaînes de montagnes, en Afrique et en Amérique, ne se trouvent également sous l'équateur.

Dans ces deux parties du monde, dont l'équateur traverse assez exactement les continents, les principales montagnes sont donc dirigées du sud au nord; mais elles jettent des branches très-considérables vers l'orient et vers l'occident. L'Afrique est traversée de l'est à l'ouest par une longue suite de montagnes, depuis le cap Gardafui jusqu'aux îles du cap Vert: le mont Atlas la coupe aussi d'orient en occident. En Amérique, un premier rameau des Cordilières traverse les terres Magellaniques de l'est à l'ouest; un autre s'étend, à peu près dans la même direction, au Paraguay et dans toute la largeur du Brésil; quelques autres branches s'étendent depuis Popayan, dans la Terre-Ferme, et jusque dans la Guyane: enfin, si nous suivons toujours cette grande chaîne de montagnes, il nous paraîtra que la péninsule d'Yucatan, les îles de Cuba, de la Jamaïque, de Saint-Domingue, Porto-Rico et toutes les Antilles, n'en sont qu'une branche qui s'étend du sud au nord, depuis Cuba et la pointe de la Floride jusqu'aux lacs de Canada, et de là court de l'est à l'ouest pour rejoindre l'extrémité des Cordilières, au delà des lacs Sioux. 3° Dans le grand continent de l'Europe et de l'Asie, qui non-seulement n'est pas, comme ceux de l'Amérique et de l'Afrique, traversé par l'équateur, mais en est même fort éloigné, les chaînes des principales montagnes, au lieu d'être dirigées du sud au nord, le sont d'occident en orient. La plus longue de ces chaînes commence au fond de l'Espagne, gagne les Pyrénées, s'étend en France par l'Auvergne et le Vivarais, passe ensuite par

les Alpes, en Allemagne, en Grèce, en Crimée, et atteint le Caucase, le Taurus, l'Imaüs, qui environnent la Perse, Cachemire et le Mogol au nord, jusqu'au Tbibet, d'où elle s'étend dans la Tartarie chinoise et arrive vis-à-vis la terre d'Yeço. Les principales branches que jette cette chaîne principale sont dirigées du nord au sud en Arabie, jusqu'au détroit de la mer Rouge; dans l'Indostan, jusqu'au cap Comorin; du Thibet, jusqu'à la pointe de Malaca. Ces branches ne laissent pas de former des suites de montagnes particulières dont les sommets sont fort élevés. D'autre côté, cette chaîne principale jette du sud au nord quelques rameaux qui s'étendent depuis les Alpes du Tyrol jusqu'en Pologne; ensuite depuis le mont Caucase jusqu'en Moscovie, et depuis Cachemire jusqu'en Sibérie; et ces rameaux, qui sont du sud au nord de la chaîne principale, ne présentent pas des montagnes aussi élevées que celles des branches de cette même chaîne qui s'étendent du nord au sud.

Voilà donc à peu près la topographie de la surface de la Terre, dans le temps de notre seconde époque, immédiatement après la consolidation de la matière. Les hautes montagnes que nous venons de désigner sont les éminences primitives, c'est-à-dire les aspérités produites à la surface du globe au moment qu'il a pris sa consistance; elles doivent leur origine à l'effet du feu, et sont aussi, par cette raison, composées, dans leur intérieur et jusqu'à leurs sommets, de matières vitrescibles : toutes tiennent, par leur base, à la roche intérieure du globe, qui est de même nature. Plusieurs autres éminences moins élevées ont traversé, dans ce même temps et presque en tout sens, la surface de la Terre, et l'on peut assurer que, dans tous les lieux où l'on trouve des montagnes de roc vif ou de toute autre matière solide ou vitrescible, leur origine et leur établissement local ne peuvent être attribués qu'à l'action du feu et aux effets de la consolidation, qui ne se fait jamais sans laisser des inégalités sur la surperficie de toute masse de matière fondue.

En même temps que ces causes ont produit des éminences et des profondeurs à la surface de la Terre, elles ont aussi formé des boursouflures et des cavités à l'intérieur, surtout dans les couches les plus extérieures. Ainsi le globe, dès le temps de cette seconde époque, lorsqu'il eut pris sa consistance, et avant que les eaux n'y fussent établies, présentait une surface hérissée de montagnes et sillonnée de vallées : mais toutes les causes subséquentes et postérieures à cette époque ont concouru à combler toutes les profondeurs extérieures et même les cavités intérieures. Ces causes subséquentes ont aussi altéré presque partout la forme de ces inégalités primitives; celles qui ne s'élevaient qu'à une hauteur médiocre ont été, pour la plupart, recouvertes dans la suite par les sédiments des eaux, et toutes ont été environnées à leurs bases, jusqu'à de grandes hauteurs, de ces mêmes sédiments. C'est par cette raison que nous n'avons d'autres témoins apparents de la première forme de la surface de la terre, que les montagnes composées de matières vitrescibles, dont nous venons de faire l'énumération : cependant ces témoins sont sûrs et suffisants; car, comme les plus hauts sommets de ces premières montagnes n'ont peut-être jamais été surmontés par les eaux, ou du moins qu'ils ne l'ont été que pendant un petit temps, attendu qu'on n'y trouve aucun débris des productions marines, et qu'ils ne sont composés que de matières vitrescibles, on ne peut pas douter qu'ils ne doivent leur origine au feu, et que ces éminences, ainsi que la roche intérieure du globe, ne fassent ensemble un corps continu de même nature, c'est-à-dire de matière vitrescible, dont la formation a précédé celle de toutes les autres matières.

En tranchant le globe par l'équateur et comparant les deux hémisphères, on voit que celui de nos continents contient à proportion beaucoup plus de terre que l'autre; car l'Asie seule est plus grande que les parties de l'Amérique, de l'Afrique, de la Nouvelle-Hollande, et de tout ce qu'on a découvert de terres au delà. Il y avait donc moins d'éminences et d'aspérités sur l'hémisphère austral que sur le boréal, dès le temps même de la consolidation de la Terre, et si l'on considère pour un instant ce gisement général des terres et des mers, on reconnaîtra que tous les continents vont en se rétrécissant du côté du midi, et qu'au contraire toutes les mers vont en s'élargissant vers ce même côté du midi. La pointe étroite de l'Amérique méridionale, celle de Californie, celle du Groënland, la pointe de l'Afrique, celles des deux presqu'îles de l'Inde, et enfin celle de la Nouvelle-Hollande, démontrent évidemment ce rétrécissement des terres et cet élargissement des mers

vers les régions australes. Cela semble indiquer que la surface du globe a eu originairement de plus profondes vallées dans l'hémisphère austral, et des éminences en plus grand nombre dans l'hémisphère boréal. Nous tirerons bientôt quelques inductions de cette disposition générale des continents et des mers.

La Terre, avant d'avoir reçu les eaux, était donc irrégulièrement hérissée d'aspérités, de profondeurs et d'inégalités semblables à celles que nous voyons sur un bloc de métal ou de verre fondu ; elle avait de même des boursouflures et des cavités intérieures, dont l'origine, comme celle des inégalités extérieures, ne doit être attribuée qu'aux effets de la consolidation. Les plus grandes éminences, les profondeurs extérieures et les cavités intérieures, se sont trouvées dès lors et se trouvent encore aujourd'hui sous l'équateur, entre les deux tropiques, parce que cette zone de la surface du globe est la dernière qui s'est consolidée, et que c'est dans cette zone où le mouvement de rotation étant le plus rapide, il aura produit les plus grands effets ; la matière en fusion s'y étant élevée plus que partout ailleurs et s'étant refroidie la dernière, il a dû s'y former plus d'inégalités que dans toutes les autres parties du globe où le mouvement de rotation était plus lent et le refroidissement plus prompt. Aussi trouve-t-on sous cette zone les plus hautes montagnes, les mers les plus entrecoupées, semées d'un nombre infini d'îles, à la vue desquelles on ne peut douter que dès son origine cette partie de la Terre ne fût la plus irrégulière et la moins solide de toutes [1].

Et, quoique la matière en fusion ait dû arriver également des deux pôles pour renfler l'équateur, il paraît, en comparant les deux hémisphères, que notre pôle en a un peu moins fourni que l'autre, puisqu'il y a beaucoup plus de terre et moins de mer depuis le tropique du Cancer au pôle boréal, et qu'au contraire il y a beaucoup plus de mers et moins de terres depuis celui du Capricorne à l'autre pôle. Les plus profondes vallées se sont donc formées dans les zones froides et tempérées de l'hémisphère austral, et les terres les plus solides et les plus élevées se sont trouvées dans celles de l'hémisphère septentrional.

Le globe était alors, comme il est encore aujourd'hui, renflé sur l'équateur, d'une épaisseur de près de six lieues un quart; mais les couches superficielles de cette épaisseur y étaient à l'intérieur semées de cavités, et coupées à l'extérieur d'éminences et de profondeurs plus grandes que partout ailleurs : le reste du globe était sillonné et traversé en différents sens par des aspérités toujours moins élevées à mesure qu'elles approchaient des pôles ; toutes n'étaient composées que de la même matière fondue, dont est aussi composée la roche intérieure du globe; toutes doivent leur origine à l'action du feu primitif et à la vitrification générale. Ainsi la surface de la Terre, avant l'arrivée des eaux, ne présentait que ces premières aspérités qui forment encore aujourd'hui les noyaux de nos plus hautes montagnes ; celles qui étaient moins élevées, ayant été dans la suite recouvertes par les sédiments des eaux et par les débris des productions de la mer, elles ne nous sont pas aussi évidemment connues que les premières : on trouve souvent des bancs calcaires au-dessus des rochers de granite, de roc vif et des autres masses de matières vitrescibles ; mais l'on ne voit pas des masses de roc vif au-dessus des bancs calcaires. Nous pouvons donc assurer, sans crainte de nous tromper, que la roche du globe est continue avec toutes les éminences hautes et basses qui se trouvent être de la même nature, c'est-à-dire de matières vitrescibles : ces éminences font masse avec le solide du globe : elles n'en sont que de très petits prolongements, dont les moins élevés ont ensuite été recouverts par les scories de verre, les sables, les argiles, et tous les débris des productions de la mer amenés et déposés par les eaux, dans les temps subséquents, qui font l'objet de notre troisième Époque.

TROISIÈME ÉPOQUE.

LORSQUE LES EAUX ONT COUVERT NOS CONTINENTS.

A la date de trente ou trente-cinq mille ans de la formation des planètes, la Terre se trouvait assez attiédie pour recevoir les eaux sans les rejeter en vapeurs. Le chaos de l'atmosphère avait commencé de se débrouiller : non-seulement les eaux, mais toutes les matières volatiles que la trop grande chaleur y tenait reléguées et suspendues tombèrent successivement ; elles

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

remplirent toutes les profondeurs, couvrirent toutes les plaines, tous les intervalles qui se trouvaient entre les éminences de la surface du globe, et même elles surmontèrent toutes celles qui n'étaient pas excessivement élevées. On a des preuves évidentes que les mers ont couvert le continent de l'Europe jusqu'à quinze cents toises au-dessus du niveau de la mer actuelle [1], puisqu'on trouve des coquilles et d'autres productions marines dans les Alpes et dans les Pyrénées jusqu'à cette même hauteur. On a les mêmes preuves pour les continents de l'Asie et de l'Afrique; et même dans celui de l'Amérique, où les montagnes sont plus élevées qu'en Europe, on a trouvé des coquilles marines à plus de deux mille toises de hauteur au-dessus du niveau de la mer du Sud. Il est donc certain que, dans ces premiers temps, le diamètre du globe avait deux lieues de plus, puisqu'il était enveloppé d'eau jusqu'à deux mille toises de hauteur. La surface de la terre en général était donc beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui : et pendant une longue suite de temps les mers l'ont recouverte en entier, à l'exception peut-être de quelques terres très-élevées et des sommets des hautes montagnes qui seuls surmontaient cette mer universelle, dont l'élévation était au moins à cette hauteur où l'on cesse de trouver des coquilles : d'où l'on doit inférer que les animaux auxquels ces dépouilles ont appartenu peuvent être regardés comme les premiers habitants du globe; et cette population était innombrable, à en juger par l'immense quantité de leurs dépouilles et de leurs détriments, puisque c'est de ces mêmes dépouilles et de leurs détriments qu'ont été formées toutes les couches des pierres calcaires, des marbres, des craies et des tufs qui composent nos collines et qui s'étendent sur de grandes contrées dans toutes les parties de la terre.

Or, dans les commencements de ce séjour des eaux sur la surface du globe, n'avaient-elles pas un degré de chaleur que nos poissons et nos coquillages actuellement existants n'auraient pu supporter? et ne devons-nous pas présumer que les premières productions d'une mer encore bouillante étaient différentes de celles qu'elle nous offre aujourd'hui? Cette grande chaleur ne pouvait convenir qu'à d'autres natures de coquillages et de poissons; et par conséquent c'est aux premiers temps de cette époque, c'est-à-dire depuis trente jusqu'à quarante mille ans de la formation de la terre, que l'on doit rapporter l'existence des espèces perdues, dont on ne trouve nulle part les analogues vivants. Ces premières espèces, maintenant anéanties, ont subsisté pendant les dix ou quinze mille ans qui ont suivi le temps auquel les eaux venaient de s'établir.

Et l'on ne doit point être étonné de ce que j'avance ici, qu'il y a eu des poissons et d'autres animaux aquatiques capables de supporter un degré de chaleur beaucoup plus grand que celui de la température actuelle de nos mers méridionales, puisque, encore aujourd'hui, nous connaissons des espèces de poissons et de plantes qui vivent et végètent dans des eaux presque bouillantes, ou du moins chaudes jusqu'à cinquante et soixante degrés [1] du thermomètre.

Mais pour ne pas perdre le fil des grands et nombreux phénomènes que nous avons à exposer, reprenons ces temps antérieurs où les eaux, jusqu'alors réduites en vapeurs, se sont condensées et ont commencé de tomber sur la Terre brûlante, aride, desséchée, crevassée par le feu. Tâchons de nous représenter les prodigieux effets qui ont accompagné et suivi cette chute précipitée des matières volatiles, toutes séparées, combinées, sublimées dans le temps de la consolidation et pendant le progrès du premier refroidissement. La séparation de l'élément de l'air et de l'élément de l'eau, le choc des vents et des flots qui tombaient en tourbillons sur une terre fumante; la dépuration de l'atmosphère, qu'auparavant les rayons du soleil ne pouvaient pénétrer; cette même atmosphère obscurcie de nouveau par les nuages d'une épaisse fumée; la cohobation mille fois répétée et le bouillonnement continuel des eaux tombées et rejetées alternativement; enfin la lessive de l'air, par l'abandon des matières volatiles précédemment sublimées, qui toutes s'en séparèrent et descendirent avec plus ou moins de précipitation : quels mouvements, quelles tempêtes ont dû précéder, accompagner et suivre l'établissement local de chacun de ces éléments! Et ne devons-nous pas rapporter à ces premiers moments de choc et d'agitation les bouleversements, les premières dégradations, les irruptions et les changements qui ont donné une seconde forme à la plus grande partie de la surface de la terre? Il est aisé de sentir que les eaux qui la cou-

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

vraient alors presque tout entière, étant continuellement agitées par la rapidité de leur chute, par l'action de la Lune sur l'atmosphère et sur les eaux déjà tombées, par la violence des vents, etc., auront obéi à toutes ces impulsions, et que dans leurs mouvements elles auront commencé par sillonner plus à fond les vallées de la Terre, par renverser les éminences les moins solides, rabaisser les crêtes des montagnes, percer leurs chaînes dans les points les plus faibles; et qu'après leur établissement ces mêmes eaux se seront ouvert des routes souterraines, qu'elles ont miné les voûtes des cavernes, les ont fait écrouler, et que par conséquent ces mêmes eaux se sont abaissées successivement pour remplir les nouvelles profondeurs qu'elles venaient de former. Les cavernes étaient l'ouvrage du feu : l'eau dès son arrivée a commencé par les attaquer; elle les a détruites, et continue de les détruire encore. Nous devons donc attribuer l'abaissement des eaux à l'affaissement des cavernes, comme à la seule cause qui nous soit démontrée par les faits.

Voilà les premiers effets produits par la masse, par le poids et par le volume de l'eau; mais elle en a produit d'autres par sa seule qualité : elle a saisi toutes les matières qu'elle pouvait délayer et dissondre; elle s'est combinée avec l'air, la terre et le feu pour former les acides, les sels, etc.; elle a converti les scories et les poudres du verre primitif en argiles; ensuite elle a, par son mouvement, transporté de place en place ces mêmes scories, et toutes les matières qui se trouvaient réduites en petits volumes. Il s'est donc fait dans cette seconde période, depuis trente-cinq jusqu'à cinquante mille ans, un si grand changement à la surface du globe, que la mer universelle, d'abord tres-élevée, s'est successivement abaissée pour remplir les profondeurs occasionnées par l'affaissement des cavernes, dont les voûtes naturelles, sapées ou percées par l'action et l'effet de ce nouvel élément, ne pouvaient plus soutenir le poids cumulé des terres et des eaux dont elles étaient chargées. A mesure qu'il se faisait quelque grand affaissement par la rupture d'une ou de plusieurs cavernes, la surface de la Terre se déprimant en ces endroits, l'eau arrivait de toutes parts pour remplir cette nouvelle profondeur, et par conséquent la hauteur générale des mers diminuait d'autant; en sorte qu'étant d'abord à deux mille toises d'élévation, la mer a successivement baissé jusqu'au niveau où nous la voyons aujourd'hui.

On doit présumer que les coquilles et les autres productions marines que l'on trouve à de grandes hauteurs au-dessus du niveau actuel des mers, sont les espèces les plus anciennes de la nature; et il serait important pour l'histoire naturelle de recueillir un assez grand nombre de ces productions de la mer qui se trouvent à cette plus grande hauteur, et de les comparer avec celles qui sont dans les terrains plus bas. Nous sommes assurés que les coquilles dont nos collines sont composées appartiennent en partie à des espèces inconnues, c'est-à-dire à des espèces dont aucune mer fréquentée ne nous offre les analogues vivants. Si jamais on fait un recueil de ces pétrifications prises à la plus grande élévation dans les montagnes, on sera peut-être en état de prononcer sur l'ancienneté plus ou moins grande de ces espèces, relativement aux autres. Tout ce que nous pouvons en dire aujourd'hui, c'est que quelques-uns des monuments qui nous démontrent l'existence de certains animaux terrestres et marins dont nous ne connaissons pas les analogues vivants, nous montrent en même temps que ces animaux étaient beaucoup plus grands qu'aucune espèce du même genre actuellement subsistante. Ces grosses dents molaires a pointes mousses, du poids de onze ou douze livres; ces cornes d'ammon, de sept à huit pieds de diamètre sur un pied d'épaisseur, dont on trouve les moules pétrifiés, sont certainement des êtres gigantesques dans le genre des animaux quadrupèdes et dans celui des coquillages. La nature était alors dans sa première force et travaillait la matière organique et vivante avec une puissance plus active dans une température plus chaude : cette matière organique était plus divisée, moins combinée avec d'autres matières, et pouvait se réunir et se combiner avec elle-même en plus grandes masses, pour se développer en plus grandes dimensions. Cette cause est suffisante pour rendre raison de toutes les productions gigantesques qui paraissent avoir été fréquentes dans ces premiers âges du monde[1].

En fécondant les mers, la nature répandait aussi les principes de vie sur toutes les terres que l'eau n'avait pu surmonter ou qu'elle avait promptement abandonnées; et ces terres, comme

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

les mers, ne pouvaient être peuplées que d'animaux et de végétaux capables de supporter une chaleur plus grande que celle qui convient aujourd'hui à la nature vivante. Nous avons des monuments tirés du sein de la Terre, et particulièrement du fond des minières de charbon et d'ardoise, qui nous démontrent que quelques-uns des poissons et des végétaux que ces matières contiennent ne sont pas des espèces actuellement existantes [1]. On peut donc croire que la population de la mer en animaux n'est pas plus ancienne que celle de la Terre en végétaux : les monuments et les témoins sont plus nombreux, plus évidents pour la mer; mais ceux qui déposent pour la terre sont aussi certains, et semblent nous démontrer que ces espèces anciennes dans les animaux marins et dans les végétaux terrestres se sont anéanties, ou plutôt ont cessé de se multiplier dès que la Terre et la mer ont perdu la grande chaleur nécessaire à l'effet de leur propagation.

Les coquillages ainsi que les végétaux de ce premier temps s'étant prodigieusement multipliés pendant ce long espace de vingt mille ans, et la durée de leur vie n'étant que de peu d'années, les animaux à coquilles, les polypes des coraux, des madrépores, des astroïtes et tous les petits animaux qui convertissent l'eau de la mer en pierre, ont, à mesure qu'ils périssaient, abandonné leurs dépouilles et leurs ouvrages aux caprices des eaux : elles auront transporté, brisé et déposé ces dépouilles en mille et mille endroits; car c'est dans ce même temps que le mouvement des marées et de vents réglés a commencé de former les couches horizontales de la surface de la Terre par les sédiments et le dépôt des eaux; ensuite les courants ont donné à toutes les collines et à toutes les montagnes de médiocre hauteur des directions correspondantes; en sorte que leurs angles saillants sont toujours opposés à des angles rentrants. Nous ne répéterons pas ici ce que nous avons dit à ce sujet dans notre *Théorie de la Terre*, et nous nous contenterons d'assurer que cette disposition générale de la surface du globe par angles correspondants, ainsi que sa composition par couches horizontales, ou également et parallèlement inclinées, démontrent évidemment que la structure et la forme de la surface actuelle de la Terre ont été disposées par les eaux et produites par leurs sédiments. Il n'y a eu que les crêtes et les pics des plus hautes montagnes qui peut-être se sont trouvés hors d'atteinte aux eaux, ou n'en ont été surmontés que pendant un petit temps, et sur lesquels par conséquent la mer n'a point laissé d'empreintes : mais, ne pouvant les attaquer par leur sommet, elles les a prises par la base; elle a recouvert ou miné les parties inférieures de ces montagnes primitives; elle les a environnées de nouvelles matières, ou bien elle a percé les voûtes qui les soutenaient; souvent elle les a fait pencher; enfin elle a transporté dans leurs cavités intérieures les matières combustibles provenant du détriment des végétaux, ainsi que les matières pyriteuses, bitumineuses et minérales, pures ou mêlées de terres et de sédiments de toute espèce.

La production des argiles paraît avoir précédé celle des coquillages; car la première opération de l'eau a été de transformer les scories et les poudres de verre en argile : aussi les lits d'argiles se sont formés quelque temps avant les bancs de pierres calcaires; et l'on voit que ces dépôts de matières argileuses ont précédé ceux des matières calcaires, car presque partout les rochers calcaires sont posés sur des glaises qui leur servent de base. Je n'avance rien ici qui ne soit démontré par l'expérience ou confirmé par les observations : tout le monde pourra s'assurer, par des procédés aisés à répéter [1], que le verre et le grès en poudre se convertissent en peu de temps en argile, seulement en séjournant dans l'eau; et c'est d'après cette connaissance que j'ai dit, dans ma *Théorie de la Terre*, que les argiles n'étaient que des sables vitrescibles décomposés et pourris. J'ajoute ici que c'est probablement à cette décomposition du sable vitrescible dans l'eau qu'on doit attribuer l'origine de l'acide; car le principe acide qui se trouve dans l'argile peut être regardé comme une combinaison de la terre vitrescible avec le feu, l'air et l'eau; et c'est ce même principe acide qui est la première cause de la ductilité de l'argile et de toutes les autres matières, sans même en excepter les bitumes, les huiles et les graisses qui ne sont ductiles et ne communiquent de la ductilité aux autres matières que parce qu'elles contiennent des acides.

Après la chute et l'établissement des eaux bouillantes sur la surface du globe, la plus grande partie des scories de verre qui la couvraient en entier, ont donc été converties en

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

assez peu de temps en argiles : tous les mouvements de la mer ont contribué à la prompte formation de ces mêmes argiles, en remuant et transportant les scories et les poudres de verre, et les forçant de se présenter à l'action de l'eau dans tous les sens ; et, peu de temps après, les argiles formées par l'intermède et l'impression de l'eau ont successivement été transportées et déposées au-dessus de la roche primitive du globe, c'est-à-dire au-dessus de la masse solide de matières vitrescibles qui en fait le fond, et qui, par sa ferme consistance et sa dureté, avait résisté à cette même action des eaux.

La décomposition des poudres et des sables vitrescibles, et la production des argiles, se sont faites en d'autant moins de temps que l'eau était plus chaude : cette décomposition a continué de se faire et se fait encore tous les jours, mais plus lentement et en bien moindre quantité ; car, quoique les argiles se présentent presque partout comme enveloppant le globe, quoique souvent ces couches d'argiles aient cent et deux cents pieds d'épaisseur, quoique les rochers de pierres calcaires et toutes les collines composées de ces pierres soient ordinairement appuyées sur des couches argileuses, on trouve quelquefois au-dessous de ces mêmes couches des sables vitrescibles qui n'ont pas été convertis, et qui conservent le caractère de leur première origine. Il y a aussi des sables vitrescibles à la superficie de la Terre et sur celle du fond des mers : mais la formation de ces sables vitrescibles qui se présentent à l'extérieur est d'un temps bien postérieur à la formation des autres sables de même nature qui se trouvent à de grandes profondeurs sous les argiles ; car ces sables, qui se présentent à la superficie de la Terre, ne sont que les détriments des granites, des grès et de la roche vitreuse, dont les masses forment les noyaux et les sommets des montagnes, desquelles les pluies, la gelée et les autres agents extérieurs ont détaché et détachent encore tous les jours de petites parties, qui sont ensuite entraînées et déposées par les eaux courantes sur la surface de la Terre : on doit donc regarder comme très-récente, en comparaison de l'autre, cette production des sables vitrescibles qui se présentent sur le fond de la mer ou à la superficie de la Terre.

Ainsi les argiles et l'acide qu'elles contiennent ont été produits très-peu de temps après l'établissement des eaux et peu de temps avant la naissance des coquillages; car nous trouvons dans ces mêmes argiles une infinité de bélemnites, de pierres lenticulaires, de cornes d'ammon et d'autres échantillons de ces espèces perdues dont on ne retrouve nulle part les analogues vivants. J'ai trouvé moi-même dans une fouille que j'ai fait creuser à cinquante pieds de profondeur, au plus bas d'un petit vallon [1] tout composé d'argile, et dont les collines voisines étaient aussi d'argile jusqu'à quatre-vingts pieds de hauteur ; j'ai trouvé, dis-je, des bélemnites qui avaient huit pouces de long sur près d'un pouce de diamètre, et dont quelques-unes étaient attachées à une partie plate et mince comme l'est le têt des crustacés. J'y ai trouvé de même un grand nombre de cornes d'ammon pyriteuses et bronzées, et des milliers de pierres lenticulaires. Ces anciennes dépouilles étaient, comme l'on voit, enfouies dans l'argile à cent trente pieds de profondeur ; car, quoiqu'on n'eût creusé qu'à cinquante pieds dans cette argile au milieu du vallon, il est certain que l'épaisseur de cette argile était originairement de cent trente pieds, puisque les couches en sont élevées des deux côtés à quatre-vingts pieds de hauteur au-dessus : cela me fut démontré par la correspondance de ces couches et par celle des bancs de pierres calcaires qui les surmontent de chaque côté du vallon. Ces bancs calcaires ont cinquante-quatre pieds d'épaisseur, et leurs différents lits se trouvent correspondants et posés horizontalement à la même hauteur au-dessus de la couche immense d'argile qui leur sert de base et s'étend sous les collines calcaires de toute cette contrée.

Le temps de la formation des argiles a donc immédiatement suivi celui de l'établissement des eaux ; le temps de la formation des premiers coquillages doit être placé quelques siècles après ; et le temps du transport de leurs dépouilles a suivi presque immédiatement : il n'y a eu d'intervalle qu'autant que la nature en a mis entre la naissance et la mort de ces animaux à coquilles. Comme l'impression de l'eau convertissait chaque jour les sables vitrescibles en argiles, et que son mouvement les transportait de place en place, elle entraînait en même temps les coquilles et les autres dépouilles et débris des productions marines ; et, déposant le tout comme des

[1] Ce petit vallon est tout voisin de la ville de Montbard, au midi.

sédiments, elle a formé dès lors les couches d'argile où nous trouvons aujourd'hui ces monuments, les plus anciens de la nature organisée, dont les modèles ne subsistent plus. Ce n'est pas qu'il n'y ait aussi dans les argiles des coquilles dont l'origine est moins ancienne, et même quelques espèces que l'on peut comparer avec celles de nos mers, et mieux encore avec celles des mers méridionales; mais cela n'ajoute aucune difficulté à nos explications, car l'eau n'a pas cessé de convertir en argiles toutes les scories de verre et tous les sables vitrescibles qui se sont présentés à son action : elle a donc formé des argiles en grande quantité, dès qu'elle s'est emparée de la surface de la Terre : elle a continué et continue encore de produire le même effet; car la mer transporte aujourd'hui ses vases avec les dépouilles des coquillages actuellement vivants, comme elle a autrefois transporté ces mêmes vases avec les dépouilles des coquillages alors existants.

La formation des schistes, des ardoises, des charbons de terre et des matières bitumineuses, date à peu près du même temps : ces matières se trouvent ordinairement dans les argiles à d'assez grandes profondeurs; elles paraissent même avoir précédé l'établissement local des dernières couches d'argile; car, au-dessous de cent trente pieds d'argile dont les lits contenaient des bélemnites, des cornes d'ammon et d'autres débris des plus anciennes coquilles, j'ai trouvé des matières charbonneuses et inflammables; et l'on sait que la plupart des mines de charbon de terre sont plus ou moins surmontées par des couches de terres argileuses. Je crois même pouvoir avancer que c'est dans ces terres qu'il faut chercher les veines de charbon desquelles la formation est un peu plus ancienne que celles des couches extérieures des terres argileuses qui les surmontent : ce qui le prouve, c'est que les veines de ces charbons de terre sont presque toujours inclinées, tandis que celles des argiles, ainsi que toutes les autres couches extérieures du globe, sont ordinairement horizontales. Ces dernières ont donc été formées par le sédiment des eaux qui s'est déposé de niveau sur une base horizontale, tandis que les autres, puisqu'elles sont inclinées, semblent avoir été amenées par un courant sur un terrain en pente. Ces veines de charbon, qui toutes sont composées de végétaux mêlés de plus ou moins de bitume, doivent leur origine aux premiers végétaux que la Terre a formés : toutes les parties du globe qui se trouvaient élevées au-dessus des eaux produisirent, dès les premiers temps, une infinité de plantes et d'arbres de toute espèce, lesquels, bientôt tombant de vétusté, furent entraînés par les eaux, et formèrent des dépôts de matières végétales en une infinité d'endroits; et comme les bitumes et les autres huiles terrestres paraissent provenir des substances végétales et animales, qu'en même temps l'acide provient de la décomposition du sable vitrescible par le feu, l'air et l'eau, et qu'enfin il entre de l'acide dans la composition des bitumes, puisqu'avec une huile végétale et de l'acide on peut faire du bitume, il paraît que les eaux se sont dès lors mêlées avec ces bitumes et s'en sont imprégnées pour toujours; et comme elles transportaient incessamment les arbres et les autres matières végétales descendues des hauteurs de la Terre, ces matières végétales ont continué de se mêler avec les bitumes déjà formés des résidus des premiers végétaux, et la mer, par son mouvement et par ses courants, les a remuées, transportées et déposées sur les éminences d'argile qu'elle avait formées précédemment.

Les couches d'ardoises, qui contiennent aussi des végétaux et même des poissons, ont été formées de la même manière, et l'on peut en donner des exemples, qui sont, pour ainsi dire, sous nos yeux [1]. Ainsi les ardoisières et les mines de charbon ont ensuite été recouvertes par d'autres couches de terres argileuses que la mer a deposées dans des temps postérieurs : il y a même eu des intervalles considérables et des alternatives de mouvement entre l'établissement des différentes couches de charbon dans le même terrain; car on trouve souvent au-dessous de la première couche de charbon une veine d'argile ou d'autre terre qui suit la même inclinaison, et ensuite on trouve assez communément une seconde couche de charbon inclinée comme la première, et souvent une troisième, également séparées l'une de l'autre par des veines de terre, et quelquefois même par des bancs de pierres calcaires, comme dans les mines de charbon du Hainaut. L'on ne peut donc pas douter que les couches les plus basses de charbon n'aient été produites les premières par le

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

transport des matières végétales amenées par les eaux ; et lorsque le premier dépôt d'où la mer enlevait ces matières végétales se trouvait épuisé, le mouvement des eaux continuait de transporter au même lieu les terres ou les autres matières qui environnaient ce dépôt : ce sont ces terres qui forment aujourd'hui la veine intermédiaire entre les deux couches de charbon ; ce qui suppose que l'eau amenait ensuite de quelque autre dépôt des matières végétales pour former la seconde couche de charbon. J'entends ici par couches la veine entière de charbon, prise dans toute son épaisseur, et non pas les petites couches ou feuillets dont la substance même du charbon est composée, et qui souvent sont extrêmement minces : ce sont ces mêmes feuillets, toujours parallèles entre eux, qui démontrent que ces masses de charbon ont été formées et déposées par le sédiment et même par la stillation des eaux imprégnées de bitume; et cette même forme de feuillets se trouve dans les nouveaux charbons dont les couches se forment par stillation, aux dépens des couches plus anciennes. Ainsi les feuillets du charbon de terre ont pris leur forme par deux causes combinées : la première est le dépôt toujours horizontal de l'eau ; et la seconde, la disposition des matières végétales, qui tendent à faire des feuillets [1]. Au surplus, ce sont les morceaux de bois souvent entiers, et les détriments très-reconnaissables d'autres végétaux, qui prouvent évidemment que la substance de ces charbons de terre n'est qu'un assemblage de débris de végétaux liés ensemble par des bitumes.

La seule chose qui pourrait être difficile à concevoir, c'est l'immense quantité de débris de végétaux que la composition de ces mines de charbon suppose ; car elles sont très-épaisses, très-étendues, et se trouvent en une infinité d'endroits : mais si l'on fait attention à la production peut-être encore plus immense de végétaux qui s'est faite pendant vingt ou vingt-cinq mille ans, et si l'on pense en même temps que l'homme n'étant pas encore créé, il n'y avait aucune destruction des végétaux par le feu, on sentira qu'ils ne pouvaient manquer d'être emportés par les eaux, et de former en mille endroits différents des couches très-étendues de matière végétale. On peut se faire une idée en petit de ce qui est alors arrivé en grand : quelle énorme quantité de gros arbres certains fleuves, comme le Mississipi, n'entraînent-ils pas dans la mer ! Le nombre de ces arbres est si prodigieux, qu'il empêche dans de certaines saisons la navigation de ce large fleuve : il en est de même sur la rivière des Amazones et sur la plupart des grands fleuves des continents déserts ou mal peuplés. On peut donc penser, par cette comparaison, que toutes les terres élevées au-dessus des eaux étant dans le commencement couvertes d'arbres et d'autres végétaux, que rien ne détruisait que leur vétusté, il s'est fait, dans cette longue période de temps, des transports successifs de tous ces végétaux et de leurs détriments, entraînés par les eaux courantes du haut des montagnes jusqu'aux mers. Les mêmes contrées inhabitées de l'Amérique nous en fournissent un autre exemple frappant : on voit à la Guiane des forêts de palmiers *lataniers* de plusieurs lieues d'étendue, qui croissent dans des espèces de marais, qu'on appelle des *savanes noyées*, qui ne sont que des appendices de la mer ; ces arbres, après avoir vécu leur âge, tombent de vétusté et sont emportés par le mouvement des eaux. Les forêts plus éloignées de la mer, et qui couvrent toutes les hauteurs de l'intérieur du pays, sont moins peuplées d'arbres sains et vigoureux que jonchées d'arbres décrépits et à demi pourris. Les voyageurs qui sont obligés de passer la nuit dans ces bois ont soin d'examiner le lieu qu'ils choisissent pour gîte, afin de reconnaître s'il n'est environné que d'arbres solides, et s'ils ne courent pas risque d'être écrasés pendant leur sommeil par la chute de quelque arbre pourri sur pied ; et la chute de ces arbres en grand nombre est très-fréquente : un seul coup de vent fait souvent un abatis si considérable, qu'on en entend le bruit à de grandes distances. Ces arbres, roulant du haut des montagnes, en renversent quantité d'autres, et ils arrivent ensemble dans les lieux les plus bas, où ils achèvent de pourrir, pour former de nouvelles couches de terre végétale ; ou bien ils sont entraînés par les eaux courantes dans les mers voisines, pour aller former au loin de nouvelles couches de charbon fossile.

Les détriments des substances végétales sont donc le premier fonds des mines de charbon; ce sont des trésors que la nature semble avoir accumulés d'avance pour les besoins à venir des

[1] Voyez l'expérience de M. de Morveau sur une concrétion blanche qui est devenue du charbon de terre noir et feuilleté.

grandes populations. Plus les hommes se multiplieront, plus les forêts diminueront : le bois ne pouvant plus suffire à leur consommation, ils auront recours à ces immenses dépôts de matières combustibles, dont l'usage leur deviendra d'autant plus nécessaire que le globe se refroidira davantage ; néanmoins ils ne les épuiseront jamais, car une seule de ces mines de charbon contient peut-être plus de matière combustible que toutes les forêts d'une vaste contrée.

L'ardoise, qu'on doit regarder comme une argile durcie, est formée par couches qui contiennent de même du bitume et des végétaux, mais en bien plus petite quantité ; et en même temps elles renferment souvent des coquilles, des crustacés et des poissons, qu'on ne peut rapporter à aucune espèce connue. Ainsi l'origine des charbons et des ardoises date du même temps ; la seule différence qu'il y ait entre ces deux sortes de matières, c'est que les végétaux composent la majeure partie de la substance des charbons de terre, au lieu que le fonds de la substance de l'ardoise est le même que celui de l'argile, et que les végétaux, ainsi que les poissons, ne paraissent s'y trouver qu'accidentellement et en assez petit nombre : mais toutes deux contiennent du bitume, et sont formées par feuillets ou par couches très-minces, toujours parallèles entre elles ; ce qui démontre clairement qu'elles ont également été produites par les sédiments successifs d'une eau tranquille, et dont les oscillations étaient parfaitement réglées, telles que sont celles de nos marées ordinaires ou des courants constants des eaux.

Reprenant donc pour un instant tout ce que je viens d'exposer, la masse du globe terrestre composée de verre en fusion ne présentait d'abord que les boursouflures et les cavités irrégulières qui se forment à la superficie de toute matière liquéfiée par le feu et dont le refroidissement resserre les parties. Pendant ce temps et dans le progrès du refroidissement, les éléments se sont séparés, les liquations et les sublimations des substances métalliques et minérales se sont faites, elles ont occupé les cavités des terres élevées et les fentes perpendiculaires des montagnes ; car ces pointes avancées au-dessus de la surface du globe s'étant refroidies les premières, elles ont aussi présenté aux éléments extérieurs les premières fentes produites par le resserrement de la matière qui se refroidissait. Les métaux et les minéraux ont été poussés par la sublimation, ou déposés par les eaux dans toutes ces fentes, et c'est par cette raison qu'on les trouve presque tous dans les hautes montagnes, et qu'on ne rencontre dans les terres plus basses que des mines de nouvelle formation : peu de temps après, les argiles se sont formées, les premiers coquillages et les premiers végétaux ont pris naissance ; et, à mesure qu'ils ont péri, leurs dépouilles et leurs détriments ont fait les pierres calcaires, et ceux des végétaux ont produit les bitumes et les charbons ; et en même temps les eaux, par leur mouvement et par leurs sédiments, ont composé l'organisation de la surface de la Terre par couches horizontales ; ensuite les courants de ces mêmes eaux lui ont donné sa forme extérieure par angles saillants et rentrants ; et ce n'est pas trop étendre le temps nécessaire pour toutes ces grandes opérations et ces immenses constructions de la nature, que de compter vingt mille ans depuis la naissance des premiers coquillages et des premiers végétaux : ils étaient déjà très-multipliés, très-nombreux à la date de quarante-cinq mille ans de la formation de la Terre ; et comme les eaux, qui d'abord étaient si prodigieusement élevées, s'abaissèrent successivement et abandonnèrent les terres qu'elles surmontaient auparavant, ces terres présentèrent dès lors une surface toute jonchée de productions marines.

La durée du temps pendant lequel les eaux couvraient nos continents a été très-longue ; l'on n'en peut pas douter en considérant l'immense quantité de productions marines qui se trouvent jusqu'à d'assez grandes profondeurs et à de très-grandes hauteurs dans toutes les parties de la terre. Et combien ne devons-nous pas encore ajouter de durée à ce temps déjà si long, pour que ces mêmes productions marines aient été brisées, réduites en poudre et transportées par le mouvement des eaux, et former ensuite les marbres, les pierres calcaires et les craies ! Cette longue suite de siècles, cette durée de vingt mille ans, me paraît encore trop courte pour la succession des effets que tous ces monuments nous démontrent.

Car il faut se représenter ici la marche de la nature, et même se rappeler l'idée de ses moyens. Les molécules organiques vivantes ont existé dès que les éléments d'une chaleur douce ont pu s'incorporer avec les substances qui composent les corps organisés ; elles ont produit sur

les parties élevées du globe une infinité de végétaux, et dans les eaux un nombre immense de coquillages, de crustacés et de poissons, qui se sont bientôt multipliés par la voie de la génération. Cette multiplication des végétaux et des coquillages, quelque rapide qu'on puisse la supposer, n'a pu se faire que dans un grand nombre de siècles, puisqu'elle a produit des volumes aussi prodigieux que le sont ceux de leurs détriments. En effet, pour juger de ce qui s'est passé, il faut considérer ce qui se passe. Or, ne faut-il pas bien des années pour que des huîtres qui s'amoncèlent dans quelques endroits de la mer s'y multiplient en assez grande quantité pour former une espèce de rocher? Et combien n'a-t-il pas fallu de siècles pour que toute la matière calcaire de la surface du globe ait été produite? Et n'est-on pas forcé d'admettre non-seulement des siècles, mais des siècles de siècles, pour que ces productions marines aient été non-seulement produites en poudre, mais transportées et déposées par les eaux, de manière à pouvoir former les craies, les marnes, les marbres et les pierres calcaires? Et combien de siècles encore ne faut-il pas admettre pour que ces mêmes matières calcaires, nouvellement déposées par les eaux, se soient purgées de leur humidité superflue, puis séchées et durcies au point qu'elles le sont aujourd'hui et depuis si longtemps?

Comme le globe terrestre n'est pas une sphère parfaite, qu'il est plus épais sous l'équateur que sous les pôles, et que l'action du soleil est aussi bien plus grande dans les climats méridionaux, il en résulte que les contrées polaires ont été refroidies plus tôt que celles de l'équateur. Ces parties polaires de la terre ont donc reçu les premières les eaux et les matières volatiles qui sont tombées de l'atmosphère : le reste de ces eaux a dû tomber ensuite sur les climats que nous appelons tempérés, et ceux de l'équateur auront été les derniers abreuvés. Il s'est passé bien des siècles avant que les parties de l'équateur aient été assez attiédies pour admettre les eaux; l'équilibre et même l'occupation des mers a donc été longtemps à se former et à s'établir : et les premières inondations ont dû venir des deux pôles. Mais nous avons remarqué[1] que tous les continents terrestres finissent en pointe vers les régions australes : ainsi les eaux sont venues en plus grande quantité du pôle austral que du pôle boréal, d'où elles ne pouvaient que refluer et non pas arriver, du moins avec autant de force; sans quoi les continents auraient pris une forme toute différente de celle qu'ils nous présentent; ils se seraient élargis vers les plages australes, au lieu de se rétrécir. En effet, les contrées du pôle austral ont dû se refroidir plus vite que celles du pôle boréal, et par conséquent recevoir plus tôt les eaux de l'atmosphère, parce que le soleil fait un peu moins de séjour sur cet hémisphère austral que sur le boréal; et cette cause me paraît suffisante pour avoir déterminé le premier mouvement des eaux et le perpétuer ensuite assez longtemps pour avoir aiguisé les pointes de tous les continents terrestres.

D'ailleurs, il est certain que les deux continents n'étaient pas encore séparés vers notre nord, et que même leur séparation ne s'est faite que longtemps après l'établissement de la nature vivante dans nos climats septentrionaux, puisque les éléphants ont en même temps existé en Sibérie et au Canada; ce qui prouve invinciblement la continuité de l'Asie ou de l'Europe avec l'Amérique, tandis qu'au contraire il paraît également certain que l'Afrique était dès les premiers temps séparée de l'Amérique méridionale, puisqu'on n'a pas trouvé dans cette partie du Nouveau-Monde un seul des animaux de l'ancien continent, ni aucune dépouille qui puisse indiquer qu'ils y aient autrefois existé. Il paraît que les éléphants dont on trouve les ossements dans l'Amérique septentrionale y sont demeurés confinés; qu'ils n'ont pu franchir les hautes montagnes qui sont au sud de l'isthme de Panama, et qu'ils n'ont jamais pénétré dans les vastes contrées de l'Amérique méridionale : mais il est encore plus certain que les mers qui séparent l'Afrique et l'Amérique existaient avant la naissance des éléphants en Afrique; car si ces deux continents eussent été contigus, les animaux de Guinée se trouveraient au Brésil, et l'on eût trouvé des dépouilles de ces animaux dans l'Amérique méridionale comme l'on en trouve dans les terres de l'Amérique septentrionale.

Ainsi, dès l'origine et dans le commencement de la nature vivante, les terres les plus élevées du globe et les parties de notre nord ont été les premières peuplées par les espèces d'animaux

[1] Voyez Hist. Nat., tome I, Théorie de la Terre art. Géographie.

terrestres auxquels la grande choleur convieot le mieux : les régions de l'équoteur sont demeurées longtemps désertes, et même arides et sans mers. Les terres élevées de la Sibérie, de la Tartarie et de plusieurs outres endroits de l'Asie, toutes celles de l'Europe qui forment la chaloe des montagnes de Galice, des Pyrénées, de l'Auvergoe, des Alpes, des Apennins, de Sicile, de la Grèce et de lo Macédoloe, oinsi que les monts Riphées, Rymniques, etc., ont été les premières contrées habitées, même pendant plusieurs siècles, tondis que toutes les terres moins élevées étaieot encore couvertes por les eaux.

Pendont ce long espace de durée que lo mer o séjourné sur nos terres, les sédiments et les dépôts des eaux ont formé les couches horizontales de la terre, les inférieures d'argiles, et les supérieures de pierres calcoires. C'est dons la mer même que s'est opérée la pétrification des marbres et des pierres : d'obord ces matières étaient molles, oyant été successivement déposées les unes sur les autres, à mesure que les eaux les omenoient et les loissaient tomber en forme de sédiments; ensuite elles se sont peu à peu durcies par la force de l'affinité de leurs parties coostituantes, et enfin elles ont formé toutes les masses des rochers calcaires, qui sont composées de couches horizontales ou également inclinées, comme le sont toutes les autres matières déposées par les eaux.

C'est dès les premiers temps de cette même période de durée que se sont déposées les orgiles où se trouvent les débris des anciens coquillages; et ces onimoux à coquilles n'étaient pas les seuls olors existants dans lo mer; car, indépendamment des coquilles, on trouve des débris de crustacés, des pointes d'oursins, des vertèbres d'étoiles dans ces mêmes orgiles; et dans les ordoises, qui ne soot que des argiles durcies et mêlées d'un peu de bitume, on trouve, ainsi que dans les schistes, des impressions entières et très-bieu conservées de plantes, de crustacés et de poissons de différentes grandeurs : enfin, dans les mioières de charbon de terre, lo masse entière de charbon ne paraît composée que de débris de végétaux. Ce sont là les plus anciens monuments de lo nature vivante, et les premières productions organisées tant de la mer que de lo terre.

Les régions septentrionales, et les parties les plus élevées du globe, et surtout les sommets des montagnes, dont nous ovoos foit l'énumération, et qui, pour lo plupart, ne présentent oujourd'hui que des foces sèches et des sommets stériles, ont dooc autrefois été des terres fécondes et les premières où lo nature se soit manifestée, parce que ces parties du globe ayont été bien plus tôt refroidies que les terres plus basses ou plus voisines de l'équateur, elles ouront les premières reçu les eaux de l'otmosphère et toutes les outres matières qui pouvaient contribuer à lo fécondation. Ainsi l'on peut présumer qu'avont l'établissement fixe des mers, toutes les porties de la terre qui se trouvoient supérieures aux eoox ont été fécondées, et qu'elles ont dû dès lors et dons ce temps produire les plantes dont nous retrouvons oujourd'hui les impressions dons les ardoises, et toutes les substances végétales qui composent les charbons de terre.

Dans ce même temps où nos terres étaient couvertes par lo mer, et tandis que les bancs colcaires de nos collines se formaient des détriments de ses productions, plusieurs monuments nous indiquent qu'il se détachait du sommet des montagnes primitives et des outres parties découvertes du globe, une grande quantité de substances vitrescibles, lesquelles sont venues par olluvion, c'est-à-dire par le transport des eaux, remplir les fentes et les outres intervalles que les mosses calcaires laissaient entre elles. Ces fentes perpendiculaires ou légèrement inclinées dons les bancs calcaires se sont formées por le resserrement de ces motières calcaires, lorsqu'elles se sont séchées et durcies, de lo même manière que s'étalent faites précédemment les premières fentes perpendiculaires dans les montagnes vitrescibles produites par le feu, lorsque ces motières se sont resserrées par leur consolidation. Les pluies, les vents et les outres agents extérieurs avaient déjà détaché de ces mosses vitrescibles une grande quantité de petits fragments que les eaux traosportaieot en différents endroits. En cherchant des mines de fer dons des collines de pierres calcaires, j'oi trouvé plusieurs fentes et cavités remplies de mines de fer eo grains, mêlées de sable vitrescible et de petits cailloux orrondis. Ces sacs ou nids de mine de fer ne s'étendent pos horizontalement, mois descendent presque perpendiculairement, et ils sont tous situés sur lo crête la plus élevée des collines colcaires[1]. J'oi reconnu

[1] Je puis encore citer ici les mines de fer en pierre qui se trouvent en Champagne, et qui sont *enclavées* entre les ro-

plus d'une centaine de ces sacs, et j'en ai trouvé huit principaux et très-considérables dans la seule étendue de terrain qui avoisine mes forges à une ou deux lieues de distance : toutes ces mines étaient en grains assez menus, et plus ou moins mélangées de sable vitrescible et de petits cailloux. J'ai fait exploiter cinq de ces mines pour l'usage de mes fourneaux : on a fouillé les unes à cinquante ou soixante pieds, et les autres jusqu'à cent soixante-quinze pieds de profondeur : elles sont toutes également situées dans les fentes des rochers calcaires; et il n'y a dans cette contrée ni roc vitrescible, ni quartz, ni grès, ni cailloux, ni granites; en sorte que ces mines de fer qui sont en grains plus ou moins gros, et qui sont toutes plus ou moins mélangées de sable vitrescible et de petits cailloux, n'ont pu se former dans les matières calcaires où elles sont renfermées de tous côtés comme entre des murailles, et par conséquent elles y ont été amenées de loin par le mouvement des eaux qui les y auront déposées en même temps qu'elles déposaient ailleurs des glaises et d'autres sédiments; car ces sacs de mines de fer en grains sont tous surmontés ou latéralement accompagnés d'une espèce de terre limoneuse rougeâtre, plus pétrissable, plus pure et plus fine que l'argile commune. Il paraît même que cette terre limoneuse, plus ou moins colorée de la teinture rouge que le fer donne à la terre, est l'ancienne matrice de ces mines de fer, et que c'est dans cette même terre que les grains métalliques ont dû se former avant leur transport. Ces mines, quoique situées dans des collines entièrement calcaires, ne contiennent aucun gravier de cette même nature; il se trouve seulement, à mesure qu'on descend, quelques masses isolées de pierres calcaires autour desquelles tournent les veines de la mine, toujours accompagnées de la terre rouge, qui souvent traverse les veines de la mine, ou bien est appliquée contre les parois des rochers calcaires qui la renferment. Et ce qui prouve d'une manière évidente que ces dépôts de mines se sont faits par le mouvement des eaux, c'est qu'après avoir vidé les fentes et cavités qui les contiennent, on voit, à ne pouvoir s'y tromper, que les parois de ces fentes ont été usées et même polies par l'eau, et que par conséquent elles les a remplies et baignées pendant un assez long temps, avant d'y avoir déposé la mine de fer, les petits cailloux, le sable vitrescible et la terre limoneuse, dont ces fentes sont actuellement remplies : et l'on ne peut pas se prêter à croire que les grains de fer se soient formés dans cette terre limoneuse depuis qu'elle a été déposée dans ces fentes de rochers; car une chose tout aussi évidente que la première s'oppose à cette idée, c'est que la quantité des mines de fer paraît surpasser de beaucoup celle de la terre limoneuse. Les grains de cette substance métallique ont à la vérité tous été formés dans cette même terre, qui n'a elle-même été produite que par le résidu des matières animales et végétales, dans lequel nous démontrerons la production du fer en grains; mais cela s'est fait avant leur transport et leur dépôt dans les fentes des rochers. La terre limoneuse, les grains de fer, le sable vitrescible et les petits cailloux ont été transportés et déposés ensemble; et si depuis il s'est formé dans cette même terre des grains de fer, ce ne peut être qu'en petite quantité. J'ai tiré de chacune de ces mines plusieurs milliers de tonneaux, et sans avoir mesuré exactement la quantité de terre limoneuse qu'on a laissée dans ces mêmes cavités, j'ai vu qu'elle était bien moins considérable que la quantité de la mine de fer dans chacune.

Mais ce qui prouve que ces mines de fer en grains ont été toutes amenées par le mouvement des eaux, c'est que dans ce même canton, à trois lieues de distance, il y a une assez grande étendue de terrain formant une espèce de petite plaine au-dessus des collines calcaires, et aussi élevée que celles dont je viens de parler, et qu'on trouve dans ce terrain une grande quantité de mine de fer en grains, qui est très-différemment mélangée et autrement située : car, au lieu d'occuper les fentes perpendiculaires et les cavités intérieures des rochers calcaires, au lieu de former un ou plusieurs sacs perpendiculaires, cette mine de fer est au contraire déposée *en nappe*, c'est-à-dire par couches horizontales, comme tous les autres sédiments des eaux; au lieu de descendre profondément, comme les premières, elle s'étend presque à la surface du terrain sur une épaisseur de quelques pieds; au lieu d'être mélangée de cailloux et de sable vitrescible, elle n'est au contraire mêlée partout

chers calcaires, dans des directions et des inclinaisons différentes, perpendiculaires ou obliques. Voyez le Recueil des Mémoires de Physique et d'Histoire Naturelle, par M. de Grignon, in-4°, Paris, 1775, page 53 et suivantes.

que de graviers et de sables calcaires. Elle présente de plus un phénomène remarquable : c'est un nombre prodigieux de cornes d'ammon et d'autres anciens coquillages, en sorte qu'il semble que la mine entière en soit composée, tandis que dans les huit autres mines dont j'ai parlé ci-dessus, il n'existe pas le moindre vestige de coquilles, ni même aucun fragment, aucun indice du genre calcaire, quoiqu'elles soient enfermées entre des masses de pierres entièrement calcaires. Cette autre mine, qui contient un nombre si prodigieux de débris de coquilles marines, même des plus anciennes, aura donc été transportée avec tous ces débris de coquilles par le mouvement des eaux, et déposée en forme de sédiment par couches horizontales ; et les grains de fer qu'elle contient, et qui sont encore bien plus petits que ceux des premières mines, mêlées de cailloux, auront été amenés avec les coquilles mêmes. Ainsi, le transport de toutes ces matières et le dépôt de toutes ces mines de fer en grains, se sont faits par alluvion à peu près dans le même temps, c'est-à-dire lorsque les mers couvraient encore nos collines calcaires.

Et le sommet de toutes ces collines, ni les collines elles-mêmes, ne nous représentent plus, à beaucoup près, le même aspect qu'elles avaient lorsque les eaux les ont abandonnées. A peine leur forme primitive s'est-elle maintenue ; leurs angles saillants et rentrants sont devenus plus obtus, leurs pentes moins rapides, leurs sommets moins élevés et plus chenus ; les pluies en ont détaché et entraîné les terres : les collines se sont donc rabaissées peu à peu, et les vallons se sont en même temps remplis de ces terres entraînées par les eaux pluviales ou courantes. Qu'on se figure ce que devait être autrefois la forme du terrain à Paris et aux environs : d'une part, sur les collines de Vaugirard jusqu'à Sèvres, on voit des carrières de pierres calcaires remplies de coquilles pétrifiées ; de l'autre côté vers Montmartre, des collines de plâtre et de matières argileuses ; et ces collines, à peu près également élevées au-dessus de la Seine, ne sont aujourd'hui que d'une hauteur très-médiocre ; mais au fond des puits que l'on a faits à Bicêtre et à l'École militaire, on a trouvé des bois travaillés de main d'homme à soixante-quinze pieds de profondeur. Ainsi l'on ne peut douter que cette vallée de la Seine ne se soit remplie de plus de soixante-quinze pieds seulement depuis que les hommes existent : et qui sait de combien les collines adjacentes ont diminué dans le même temps par l'effet des pluies, et quelle était l'épaisseur de terre dont elles étaient autrefois revêtues ? Il en est de même de toutes les autres collines et de toutes les autres vallées ; elles étaient peut-être du double plus élevées et du double plus profondes dans le temps que les eaux de la mer les ont laissées à découvert. On est même assuré que les montagnes s'abaissent encore tous les jours, et que les vallées se remplissent à peu près dans la même proportion ; seulement cette diminution de la hauteur des montagnes, qui ne se fait aujourd'hui que d'une manière presque insensible, s'est faite beaucoup plus vite dans les premiers temps en raison de la plus grande rapidité de leur pente, et il faudra maintenant plusieurs milliers d'années pour que les inégalités de la surface de la terre se réduisent encore autant qu'elles l'ont fait en peu de siècles dans les premiers âges.

Mais revenons à cette époque antérieure où les eaux, après être arrivées des régions polaires, ont gagné celles de l'équateur. C'est dans ces terres de la zone torride où se sont faits les plus grands bouleversements ; pour en être convaincu, il ne faut que jeter les yeux sur un globe géographique ; on reconnaîtra que presque tout l'espace compris entre les cercles de cette zone ne présente que les débris de continents bouleversés et d'une terre ruinée. L'immense quantité d'îles, de détroits, de hauts et de bas-fonds, de bras de mer et de terre entrecoupés, prouve les nombreux affaissements qui se sont faits dans cette vaste partie du monde. Les montagnes y sont plus élevées, les mers plus profondes que dans tout le reste de la terre ; et c'est sans doute lorsque ces grands affaissements se sont faits dans les contrées de l'équateur, que les eaux qui couvraient nos continents se sont abaissées et retirées en coulant à grands flots vers ces terres du midi dont elles ont rempli les profondeurs, en laissant à découvert, d'abord les parties les plus élevées des terres, et ensuite toute la surface de nos continents.

Qu'on se représente l'immense quantité des matières de toute espèce qui ont alors été transportées par les eaux : combien de sédiments de différente nature n'ont-elles pas déposés les uns sur les autres, et combien, par conséquent, la

première face de la terre n'a-t-elle pas changé par ces révolutions ! D'une part, le flux et le reflux donnaient aux eaux un mouvement constant d'orient en occident; d'autre part, les alluvions venant des pôles croisaient ce mouvement, et déterminaient les efforts de la mer autant, et peut-être plus, vers l'équateur que vers l'occident. Combien d'irruptions particulières se sont faites alors de tous côtés ! A mesure que quelque grand affaissement présentait une nouvelle profondeur, la mer s'abaissait, et les eaux couraient pour la remplir; et quoiqu'il paraisse aujourd'hui que l'équilibre des mers soit à peu près établi, et que toute leur action se réduise à gagner quelque terrain vers l'occident et en laisser à découvert vers l'orient, il est néanmoins très-certain qu'en général les mers baissent tous les jours de plus en plus, et qu'elles baisseront encore à mesure qu'il se fera quelque nouvel affaissement, soit par l'effet des volcans et des tremblements de terre, soit par des causes plus constantes et plus simples : car toutes les parties caverneuses de l'intérieur du globe ne se sont pas encore affaissées; les volcans et les secousses des tremblements de terre en sont une preuve démonstrative. Les eaux mineront peu à peu les voûtes et les remparts de ces cavernes souterraines; et lorsqu'il s'en écroulera quelques-unes, la surface de la terre, se déprimant dans ces endroits, formera de nouvelles vallées dont la mer viendra s'emparer. Néanmoins, comme ces événements, qui, dans les commencements, devaient être très-fréquents, sont actuellement assez rares, on peut croire que la terre est à peu près parvenue à un état assez tranquille pour que ses habitants n'aient plus à redouter les désastreux effets de ces grandes convulsions.

L'établissement de toutes les matières métalliques et minérales a suivi d'assez près l'établissement des eaux; celui des matières argileuses et calcaires a précédé leur retraite; la formation, la situation, la position de toutes ces dernières matières datent du temps où la mer couvrait les continents. Mais nous devons observer que, le mouvement général des mers ayant commencé de se faire alors, comme il se fait encore aujourd'hui, d'orient en occident, elles ont travaillé la surface de la terre dans ce sens d'orient en occident autant et peut-être plus qu'elles ne l'avaient fait précédemment dans le sens du midi au nord. L'on n'en doutera pas si l'on fait attention à un fait très-général et très-vrai [1], c'est que, dans tous les continents du monde, la pente des terres, à la prendre du sommet des montagnes, est toujours beaucoup plus rapide du côté de l'occident que du côté de l'orient; cela est évident dans le continent entier de l'Amérique, où les sommets de la chaine des Cordilières sont très-voisins partout des mers de l'ouest, et sont très-éloignés de la mer de l'est. La chaine qui sépare l'Afrique dans sa longueur, et qui s'étend depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'aux monts de la lune, est aussi plus voisine des mers à l'ouest qu'à l'est. Il en est de même des montagnes qui s'étendent depuis le cap Comorin, dans la presqu'île de l'Inde; elles sont bien plus près de la mer à l'orient qu'à l'occident; et si nous considérons les presqu'îles, les promontoires, les îles et toutes les terres environnées de la mer, nous reconnaîtrons partout que les pentes sont courtes et rapides vers l'occident, et qu'elles sont douces et longues vers l'orient : les revers de toutes les montagnes sont de même plus escarpés à l'ouest qu'à l'est, parce que le mouvement général des mers s'est toujours fait d'orient en occident, et qu'à mesure que les eaux se sont abaissées, elles ont détruit les terres et dépouillé les revers des montagnes dans le sens de leur chute, comme l'on voit dans une cataracte les rochers dépouillés et les terres creusées par la chute continuelle de l'eau. Ainsi, tous les continents terrestres ont été d'abord aiguisés en pointe vers le midi par les eaux qui sont venues du pôle austral plus abondamment que du pôle boréal; et ensuite ils ont été tous escarpés en pente plus rapide à l'occident qu'à l'orient, dans le temps subséquent où ces mêmes eaux ont obéi au seul mouvement général qui les porte constamment d'orient en occident.

QUATRIÈME ÉPOQUE.

LORSQUE LES EAUX SE SONT RETIRÉES, ET QUE LES VOLCANS ONT COMMENCÉ D'AGIR.

On vient de voir que les éléments de l'air et de l'eau se sont établis par le refroidissement, et que les eaux, d'abord reléguées dans l'atmosphère par la force expansive de la chaleur, sont ensuite tombées sur les parties du globe qui

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

étaient assez attiédies pour ne les pas rejeter en vapeurs; et ces parties sont les régions polaires et toutes les montagnes. Il y a donc eu, à l'époque de trente-cinq mille ans, une vaste mer aux environs de chaque pôle, et quelques lacs ou grandes mares sur les montagnes et les terres élevées qui, se trouvant refroidies au même degré que celles des pôles, pouvaient également recevoir et conserver les eaux; ensuite à mesure que le globe se refroidissait, les mers des pôles, toujours alimentées et fournies par la chute des eaux de l'atmosphère, se répandaient plus loin; et les lacs ou grandes mares, également fournies par cette pluie continuelle, d'autant plus abondante que l'attiédissement était plus grand, s'étendaient en tous sens et formaient des bassins et de petites mers intérieures dans les parties du globe auxquelles les grandes mers des deux pôles n'avaient point encore atteint : ensuite les eaux continuant à tomber toujours avec plus d'abondance jusqu'à l'entière dépuration de l'atmosphère, elles ont gagné successivement du terrain et sont arrivées aux contrées de l'équateur, et enfin elles ont couvert toute la surface du globe à deux mille toises de hauteur au-dessus du niveau de nos mers actuelles. La terre entière était alors sous l'empire de la mer, à l'exception peut-être du sommet des montagnes primitives, qui n'ont été, pour ainsi dire, que lavées et baignées pendant le premier temps de la chute des eaux, lesquelles se sont écoulées de ces lieux élevés pour occuper les terrains inférieurs dès qu'ils se sont trouvés assez refroidis pour les admettre sans les rejeter en vapeurs.

Il s'est donc formé successivement une mer universelle, qui n'était interrompue et surmontée que par les sommets des montagnes d'où les premières eaux s'étaient déjà retirées en s'écoulant dans les lieux plus bas. Ces terres élevées, ayant été travaillées les premières par le séjour et le mouvement des eaux, auront aussi été fécondées les premières; et tandis que toute la surface du globe n'était, pour ainsi dire, qu'un archipel général, la nature organisée s'établissait sur ces montagnes : elle s'y déployait même avec une grande énergie; car la chaleur et l'humidité, ces deux principes de toute fécondation, s'y trouvaient réunies et combinées à un plus haut degré qu'elles ne le sont aujourd'hui dans aucun climat de la terre.

Or, dans ce même temps où les terres élevées au-dessus des eaux se couvraient de grands arbres et de végétaux de toute espèce, la mer générale se peuplait partout de poissons et de coquillages; elle était aussi le réceptacle universel de tout ce qui se détachait des terres qui la surmontaient. Les scories du verre primitif et les matières végétales ont été entraînées des éminences de la terre dans les profondeurs de la mer, sur le fond de laquelle elles ont formé les premières couches de sable vitrescible, d'argile, de schiste et d'ardoise, ainsi que les minières de charbon, de sel et de bitume, qui dès lors ont imprégné toute la masse des mers. La quantité de végétaux produits et détruits dans ces premières terres est trop immense pour qu'on puisse se la représenter; car quand nous réduirions la superficie de toutes les terres élevées alors au-dessus des eaux à la centième ou même à la deux centième partie de la surface du globe, c'est-à-dire à cent trente mille lieues carrées, il est aisé de sentir combien ce vaste terrain de cent trente mille lieues superficielles a produit d'arbres et de plantes pendant quelques milliers d'années, combien leurs détriments se sont accumulés, et dans quelle énorme quantité ils ont été entraînés et déposés sous les eaux, où ils ont formé le fond du volume tout aussi grand des mines de charbon qui se trouvent en tant de lieux. Il en est de même des mines de sel, de celles de fer en grains, de pyrites et de toutes les autres substances dans la composition desquelles il entre des acides, et dont la première formation n'a pu s'opérer qu'après la chute des eaux : ces matières auront été entraînées et déposées dans les lieux bas et dans les fentes de la roche du globe, où trouvant déjà les substances minérales sublimées par la grande chaleur de la terre, elles auront formé le premier fond de l'aliment des volcans à venir : je dis à venir, car il n'existait aucun volcan en action avant l'établissement des eaux, et ils n'ont commencé d'agir, ou plutôt ils n'ont pu prendre une action permanente, qu'après leur abaissement : car l'on doit distinguer les volcans terrestres des volcans marins; ceux-ci ne peuvent faire que des explosions, pour ainsi dire momentanées, parce qu'à l'instant que leur feu s'allume par l'effervescence des matières pyriteuses et combustibles, il est immédiatement éteint par l'eau qui les couvre et se précipite à flots jusque dans leur foyer par toutes les routes que le feu s'ouvre pour en sortir. Les volcans de la terre ont au contraire une action durable et proportionnée à

la quantité de matières qu'ils contiennent : ces matières ont besoin d'une certaine quantité d'eau pour entrer en effervescence; et ce n'est ensuite que par le choc d'un grand volume de feu contre un grand volume d'eau que peuvent se produire leurs violentes éruptions ; et de même qu'un volcan sous-marin ne peut agir que par instants, un volcan terrestre ne peut durer qu'autant qu'il est voisin des eaux. C'est par cette raison que tous les volcans actuellement agissants sont dans les îles ou près des côtes de la mer, et qu'on pourrait en compter cent fois plus d'éteints que d'agissants; car, à mesure que les eaux, en se retirant, se sont trop éloignées du pied de ces volcans, leurs éruptions ont diminué par degrés, et enfin ont entièrement cessé, et les légères effervescences que l'eau pluviale aura pu causer dans leur ancien foyer n'aura produit d'effet sensible que par des circonstances particulières et très-rares.

Les observations confirment parfaitement ce que je dis ici de l'action des volcans : tous ceux qui sont maintenant en travail sont situés près des mers; tous ceux qui sont éteints, et dont le nombre est bien plus grand, sont placés dans le milieu des terres, ou tout au moins à quelque distance de la mer, et, quoique la plupart des volcans qui subsistent paraissent appartenir aux plus hautes montagnes, il en a existé beaucoup d'autres dans les éminences de médiocre hauteur. La date de l'âge des volcans n'est donc pas partout la même : d'abord il est sûr que les premiers, c'est-à-dire les plus anciens, n'ont pu acquérir une action permanente qu'après l'abaissement des eaux qui couvraient leur sommet, et ensuite, il paraît qu'ils ont cessé d'agir dès que ces mêmes eaux se sont trop éloignées de leur voisinage : car, je le répète, nulle puissance, à l'exception de celle d'une grande masse d'eau choquée contre un grand volume de feu, ne peut produire des mouvements aussi prodigieux que ceux de l'éruption des volcans.

Il est vrai que nous ne voyons pas d'assez près la composition intérieure de ces terribles bouches à feu, pour pouvoir prononcer sur leurs effets en parfaite connaissance de cause; nous savons seulement que souvent il y a des communications souterraines de volcan à volcan ; nous savons aussi que, quoique le foyer de leur embrasement ne soit peut-être pas à une grande distance de leur sommet, il y a néanmoins des cavités qui descendent beaucoup plus bas, et que ces cavités, dont la profondeur et l'étendue nous sont inconnues peuvent être, en tout ou en partie, remplies des mêmes matieres que celles qui sont actuellement embrasées.

D'autre part, l'électricité me paraît jouer un très-grand rôle dans les tremblements de terre et dans les éruptions des volcans; je me suis convaincu par des raisons très-solides, et par la comparaison que j'ai faite des expériences sur l'électricité, que *le fond de la matière électrique est la chaleur propre du globe terrestre* : les émanations continuelles de cette chaleur, quoique sensibles, ne sont pas visibles, et restent sous la forme de chaleur obscure, tant qu'elles ont leur mouvement libre et direct; mais elles produisent un feu très-vif et de fortes explosions, dès qu'elles sont détournées de leur direction, ou bien accumulées par le frottement des corps. Les cavités intérieures de la terre contenant du feu, de l'air et de l'eau, l'action de ce premier élément doit y produire des vents impétueux, des orages bruyants et des tonnerres souterrains, dont les effets peuvent être comparés à ceux de la foudre des airs : ces effets doivent même être plus violents et plus durables, par la forte résistance que la solidité de la terre oppose de tous côtés à la force électrique de ces tonnerres souterrains. Le ressort d'un air mêlé de vapeurs denses et enflammées par l'électricité, l'effort de l'eau, réduite en vapeurs élastiques par le feu, toutes les autres impulsions de cette puissance électrique, soulèvent, entr'ouvrent la surface de la terre, ou du moins l'agitent par des tremblements, dont les secousses ne durent pas plus longtemps que le coup de la foudre intérieur qui les produit; et ces secousses se renouvellent jusqu'à ce que les vapeurs expansives se soient fait une issue par quelqu'ouverture à la surface de la terre ou dans le sein des mers. Aussi les éruptions des volcans et les tremblements de terre sont précédés et accompagnés d'un bruit sourd et roulant, qui ne diffère de celui du tonnerre que par le ton sépulcral et profond que le son prend nécessairement en traversant une grande épaisseur de matière solide, lorsqu'il s'y trouve renfermé.

Cette électricité souterraine, combinée comme cause générale avec les causes particulières des feux allumés par l'effervescence des matieres pyriteuses et combustibles que la terre recèle en tant d'endroits, suffit à l'explication des principaux phénomènes de l'action des volcans : par exemple, leur foyer paraît être assez voisin de

leur sommet ; mais l'orage est au-dessous. Un volcan n'est qu'un vaste fourneau dont les soufflets, ou plutôt les ventilateurs, sont placés dans les cavités inférieures à côté et au-dessous du foyer. Ce sont ces mêmes cavités, lorsqu'elles s'étendent jusqu'à la mer, qui servent de tuyaux d'aspiration pour porter en haut, non-seulement les vapeurs, mais les masses même de l'eau et l'air ; c'est dans ce transport que se produit la foudre souterraine qui s'annonce par des mugissements, et n'éclate que par l'affreux vomissement des matières qu'elle a frappées, brûlées et calcinées : des tourbillons épais d'une noire fumée ou d'une flamme lugubre, des nuages massifs de cendres et de pierres, des torrents bouillonnants de lave en fusion, roulant au loin leurs flots brûlants et destructeurs, manifestent au dehors le mouvement convulsif des entrailles de la terre.

Ces tempêtes intestines sont d'autant plus violentes qu'elles sont plus voisines des montagnes à volcan et des eaux de la mer, dont le sel et les huiles grasses augmentent encore l'activité du feu ; les terres situées entre le volcan et la mer ne peuvent manquer d'éprouver des secousses fréquentes. Mais pourquoi n'y a-t-il aucun endroit du monde où l'on n'ait ressenti, même de mémoire d'homme, quelques tremblements, quelque trépidation, causés par ces mouvements intérieurs de la terre? Ils sont à la vérité moins violents et bien plus rares dans le milieu des continents éloignés des volcans et des mers ; mais ne sont-ils pas des effets dépendants des mêmes causes? Pourquoi donc se font-ils ressentir où ces causes n'existent pas, c'est-à-dire dans les lieux où il n'y a ni mers ni volcans? La réponse est aisée : c'est qu'il y a eu des mers partout et des volcans presque partout ; et que, quoique leurs éruptions aient cessé lorsque les mers s'en sont éloignées, leur feu subsiste, et nous est démontré par les sources des huiles terrestres, par les fontaines chaudes et sulfureuses qui se trouvent fréquemment au pied des montagnes, jusque dans le milieu des plus grands continents. Ces feux des anciens volcans, devenus plus tranquilles depuis la retraite des eaux, suffisent néanmoins pour exciter de temps en temps des mouvements intérieurs et produire de légères secousses, dont les oscillations sont dirigées dans le sens des cavités de la terre, et peut-être dans la direction des eaux ou des veines des métaux, comme conducteurs de cette électricité souterraine.

On pourra me demander encore pourquoi tous les volcans sont situés dans les montagnes? pourquoi ils paraissent être d'autant plus ardents que les montagnes sont plus hautes? quelle est la cause qui a pu disposer ces énormes cheminées dans l'intérieur des murs les plus solides et les plus élevés du globe? Si on a bien compris ce que j'ai dit au sujet des inégalités produites par le premier refroidissement, lorsque les matières en fusion se sont consolidées, on sentira que les chaînes des hautes montagnes nous représentent les plus grandes boursouflures qui se sont faites à la surface du globe dans le temps qu'il a pris sa consistance. La plupart des montagnes sont donc situées sur des cavités auxquelles aboutissent les fentes perpendiculaires qui les tranchent du haut en bas : ces cavernes et ces fentes contiennent des matières qui s'enflamment par la seule effervescence, ou qui sont allumées par les étincelles électriques de la chaleur intérieure du globe. Dès que le feu commence à se faire sentir, l'air attiré par la raréfaction en augmente la force et produit bientôt un grand incendie, dont l'effet est de produire à son tour les mouvements et les orages intestins, les tonnerres souterrains et toutes les impulsions, les bruits et les secousses qui précèdent et accompagnent l'éruption des volcans. On doit donc cesser d'être étonné que les volcans soient tous situés dans les hautes montagnes, puisque ce sont les seuls anciens endroits de la Terre où les cavités intérieures se soient maintenues, les seuls où ces cavités communiquent du bas en haut par des fentes qui ne sont pas encore comblées, et enfin les seuls où l'espace vide était assez vaste pour contenir la très-grande quantité de matières qui servent d'aliment au feu des volcans permanents et encore subsistants. Au reste, ils s'éteindront comme les autres dans la suite des siècles ; leurs éruptions cesseront : oserai-je même dire que les hommes pourraient y contribuer? En coûterait-il autant pour couper la communication d'un volcan avec la mer voisine, qu'il en a coûté pour construire les pyramides d'Égypte? Ces monuments inutiles d'une gloire fausse et vaine, nous apprennent au moins qu'en employant les mêmes forces pour des monuments de sagesse, nous pourrions faire de très-grandes choses, et peut-être maîtriser la nature au point de faire cesser, ou du moins de diriger les ravages du feu, comme nous savons déjà par notre art diriger et rompre les efforts de l'eau.

Jusqu'au temps de l'action des volcans, il n'existait sur le globe que trois sortes de matières : 1° les vitrescibles produites par le feu primitif; 2° les calcaires formées par l'intermède de l'eau; 3° toutes les substances produites par le détriment des animaux et des végétaux : mais le feu des volcans a donné naissance à des matières d'une quatrième sorte, qui souvent participent de la nature des trois autres. La première classe renferme non-seulement les matières premières solides et vitrescibles dont la nature n'a point été altérée, et qui forment le fond du globe, ainsi que le noyau de toutes les montagnes primordiales, mais encore les sables, les schistes, les ardoises, les argiles et toutes les matières vitrescibles décomposées et transportées par les eaux. La seconde classe contient toutes les matières calcaires, c'est-à-dire toutes les substances produites par les coquillages et autres animaux de la mer : elles s'étendent sur des provinces entières et couvrent même d'assez vastes contrées; elles se trouvent aussi à des profondeurs assez considérables, et elles environnent les bases des montagnes les plus élevées jusqu'à une très-grande hauteur. La troisième classe comprend toutes les substances qui doivent leur origine aux matières animales et végétales, et ces substances sont en très-grand nombre; leur qualité paraît immense, car elles recouvrent toute la superficie de la terre. Enfin, la quatrième classe est celle des matières soulevées et rejetées par les volcans, dont quelques-unes paraissent être un mélange des premières, et d'autres, pures de tout mélange, ont subi une seconde action du feu qui leur a donné un nouveau caractère. Nous rapportons à ces quatre classes toutes les substances minérales, parce qu'en les examinant, on peut toujours reconnaître à laquelle de ces classes elles appartiennent et par conséquent prononcer sur leur origine : ce qui suffit pour nous indiquer à peu près le temps de leur formation; car, comme nous venons de l'exposer, il paraît clairement que toutes les matières vitrescibles solides, et qui n'ont pas changé de nature ni de situation, ont été produites par le feu primitif, et que leur formation appartient au temps de notre seconde époque, tandis que la formation des matières calcaires ainsi que celle des argiles, des charbons, etc., n'a eu lieu que dans des temps subséquents, et doit être rapportée à notre troisième époque. Et, comme dans les matières rejetées par les volcans, on trouve quelquefois des substances calcaires et souvent des soufres et des bitumes, on ne peut guère douter que la formation de ces substances rejetées par les volcans ne soit encore postérieure à la formation de toutes ces matières, et n'appartienne à notre quatrième époque.

Quoique la quantité des matières rejetées par les volcans soit très-petite en comparaison de la quantité des matières calcaires, elles ne laissent pas d'occuper d'assez grands espaces sur la surface des terres situées aux environs de ces montagnes ardentes et de celles dont les feux sont éteints et assoupis. Par leurs éruptions réitérées, elles ont comblé les vallées, couvert les plaines et même produit d'autres montagnes. Ensuite, lorsque les éruptions ont cessé, la plupart des volcans ont continué de brûler, mais d'un feu paisible et qui ne produit aucune explosion violente, parce que étant éloignés des mers, il n'y a plus de choc de l'eau contre le feu : les matières en effervescence et les substances combustibles anciennement enflammées continuent de brûler; et c'est ce qui fait aujourd'hui la chaleur de toutes nos eaux thermales : elles passent sur les foyers de ce feu souterrain et sortent très-chaudes du sein de la terre. Il y a aussi quelques exemples de mines de charbon qui brûlent de temps immémorial, et qui se sont allumées par la foudre souterraine ou par le feu tranquille d'un volcan dont les éruptions ont cessé. Ces eaux thermales et ces mines allumées se trouvent souvent, comme les volcans éteints, dans les terres éloignées de la mer.

La surface de la terre nous présente en mille endroits les vestiges et les preuves de l'existence de ces volcans éteints : dans la France seule, nous connaissons les vieux volcans de l'Auvergne, du Vélai, du Vivarais, de la Provence et du Languedoc. En Italie, presque toute la terre est formée de débris de matières volcanisées, et il en est de même de plusieurs autres contrées. Mais pour réunir les objets sous un point de vue général, et concevoir nettement l'ordre des bouleversements que les volcans ont produits à la surface du globe, il faut reprendre notre troisième époque à cette date où la mer était universelle et couvrait toute la surface du globe, à l'exception des lieux élevés sur lesquels s'était fait le premier mélange des scories vitrées de la masse terrestre avec les eaux : c'est à cette même date que les végétaux ont pris naissance, et qu'ils se sont multipliés sur les terres que la

mer venait d'abandonner. Les volcans n'existaient pas encore ; car les matières qui servent d'aliment à leur feu, c'est-à-dire les bitumes, les charbons de terre, les pyrites et même les acides, ne pouvaient s'être formés précédemment, puisque leur composition suppose l'intermède de l'eau et la destruction des végétaux.

Ainsi, les premiers volcans ont existé dans les terres élevées du milieu des continents ; et à mesure que les mers en s'abaissant se sont éloignées de leur pied, leurs feux se sont assoupis et ont cessé de produire ces éruptions violentes qui ne peuvent s'opérer que par le conflit d'une grande masse d'eau contre un grand volume de feu. Or, il a fallu vingt mille ans pour cet abaissement successif des mers et pour la formation de toutes nos collines calcaires ; et comme les amas des matières combustibles et minérales qui servent d'aliment aux volcans n'ont pu se déposer que successivement, et qu'il a dû s'écouler beaucoup de temps avant qu'elles se soient mises en action, ce n'est guère que sur la fin de cette période, c'est-à-dire à cinquante mille ans de la formation du globe, que les volcans ont commencé à ravager la terre. Comme les environs de tous les lieux découverts étaient encore baignés des eaux, il y a eu des volcans presque partout, et il s'est fait de fréquentes et prodigieuses éruptions, qui n'ont cessé qu'après la retraite des mers ; mais cette retraite ne pouvant se faire que par l'affaissement des boursouflures du globe, il est souvent arrivé que l'eau venant à flots remplir la profondeur de ces terres affaissées, elle a mis en action les volcans sous-marins qui, par leur explosion, ont soulevé une partie de ces terres nouvellement affaissées, et les ont quelquefois poussées au-dessus du niveau de la mer, où elles ont formé des îles nouvelles, comme nous l'avons vu dans la petite île formée auprès de celle de Santorin : néanmoins ces effets sont rares, et l'action des volcans sous-marins n'est ni permanente ni assez puissante pour élever un grand espace de terre au-dessus de la surface des mers. Les volcans terrestres, par la continuité de leurs éruptions, ont au contraire couvert de leurs déblais tous les terrains qui les environnaient ; ils ont, par le dépôt successif de leurs laves, formé de nouvelles couches ; ces laves devenues fécondes avec le temps, sont une preuve invincible que la surface primitive de la terre, d'abord en fusion, puis consolidée, a pu de même devenir féconde : enfin les volcans ont aussi produit ces *mornes* ou tertres qui se voient dans toutes les montagnes à volcan, et ils ont élevé ces remparts de *basalte* qui servent de côtes aux mers dont ils sont voisins. Ainsi, après que l'eau, par des mouvements uniformes et constants, eut achevé la construction horizontale des couches de la terre, le feu des volcans, par des explosions subites, a bouleversé, tranché et couvert plusieurs de ces couches, et l'on ne doit pas être étonné de voir sortir du sein des volcans des matières de toute espèce, des cendres, des pierres calcinées, des terres brûlées, ni de trouver ces matières mélangées des substances calcaires et vitrescibles dont ces mêmes couches sont composées.

Les tremblements de terre ont dû se faire sentir longtemps avant l'éruption des volcans : dès les premiers moments de l'affaissement des cavernes, il s'est fait de violentes secousses qui ont produit des effets tout aussi violents et bien plus étendus que ceux des volcans. Pour s'en former l'idée, supposons qu'une caverne soutenant un terrain de cent lieues carrées, ce qui ne ferait qu'une des petites boursouflures du globe, se soit tout à coup écroulée : cet écroulement n'aura-t-il pas été nécessairement suivi d'une commotion qui se sera communiquée et fait sentir très-loin par un tremblement plus ou moins violent? Quoique cent lieues carrées ne fassent que la deux cent soixante millième partie de la surface de la terre, la chute de cette masse n'a pu manquer d'ébranler toutes les terres adjacentes, et de faire peut-être écrouler en même temps les cavernes voisines : il ne s'est donc fait aucun affaissement un peu considérable qui n'ait été accompagné de violentes secousses de tremblement de terre, dont le mouvement s'est communiqué par la force du ressort dont toute matière est douée, et qui a dû se propager quelquefois très-loin par les routes que peuvent offrir les vides de la terre, dans lesquels les vents souterrains, excités par ces commotions, auront peut-être allumé les feux des volcans ; en sorte que d'une seule cause, c'est-à-dire de l'affaissement d'une caverne, il a pu résulter plusieurs effets, tous grands et la plupart terribles : d'abord, l'abaissement de la mer, forcée de courir à grands flots pour remplir cette nouvelle profondeur, et laisser par conséquent à découvert de nouveaux terrains ; 2° l'ébranlement des terres voisines par la commotion de la chute des matières solides qui formaient les voûtes de la

caverne, et cet ébranlement fait pencher les montagnes, les fend vers leur sommet, et en détache des masses qui roulent jusqu'à leur base; 3° le même mouvement, produit par la commotion et propagé par les vents et les feux souterrains, soulève au loin la terre et les eaux, élève des tertres et des mornes, forme des gouffres et des crevasses, change le cours des rivières, tarit les anciennes sources, en produit de nouvelles, et ravage, en moins de temps que je ne puis le dire, tout ce qui se trouve dans sa direction. Nous devons donc cesser d'être surpris de voir en tant de lieux l'uniformité de l'ouvrage horizontal des eaux détruite et tranchée par des fentes inclinées, des éboulements irréguliers, et souvent cachée par des déblais informes accumulés sans ordre, non plus que de trouver de si grandes contrées toutes recouvertes de matières rejetées par les volcans. Ce désordre causé par les tremblements de terre ne fait néanmoins que masquer la nature aux yeux de ceux qui ne la voient qu'en petit, et qui d'un effet accidentel et particulier font une cause générale et constante. C'est l'eau seule qui, comme cause générale et subséquente à celle du feu primitif, a achevé de construire et de figurer la surface actuelle de la terre; et ce qui manque à l'uniformité de cette construction universelle n'est que l'effet particulier de la cause accidentelle des tremblements de terre et de l'action des volcans.

Or, dans cette construction de la surface de la terre par le mouvement et le sédiment des eaux, il faut distinguer deux périodes de temps. La première a commencé après l'établissement de la mer universelle, c'est-à-dire après la dépuration parfaite de l'atmosphère par la chute des eaux et de toutes les matières volatiles que l'ardeur du globe y tenait reléguées : cette période a duré autant qu'il était nécessaire pour multiplier les coquillages au point de remplir de leurs dépouilles toutes nos collines calcaires, autant qu'il était nécessaire pour multiplier les végétaux et pour former de leurs débris toutes nos mines de charbon, enfin autant qu'il était nécessaire pour convertir les scories du verre primitif en argiles, et former les acides, les sels, les pyrites, etc. Tous ces premiers et grands effets ont été produits ensemble dans les temps qui se sont écoulés depuis l'établissement des eaux jusqu'à leur abaissement. Ensuite a commencé la seconde période. Cette retraite des eaux ne s'est pas faite tout à coup, mais par une longue succession de temps, dans laquelle il faut encore saisir des points différents. Les montagnes composées de pierres calcaires ont certainement été construites dans cette mer ancienne, dont les différents courants les ont tout aussi certainement figurées par les angles correspondants. Or, l'inspection attentive des côtes de nos vallées nous démontre que le *travail particulier des courants a été postérieur à l'ouvrage général de la mer*. Ce fait, qu'on n'a pas même soupçonné, est trop important pour ne le pas appuyer de tout ce qui peut le rendre sensible à tous les yeux.

Prenons pour exemple la plus haute montagne calcaire de la France, celle de Langres, qui s'élève au-dessus de toutes les terres de la Champagne, s'étend en Bourgogne jusqu'à Montbard, et même jusqu'à Tonnerre, et qui, dans la direction opposée, domine de même sur les terres de la Lorraine et de la Franche-Comté. Ce cordon continu de la montagne de Langres, qui, depuis les sources de la Seine jusqu'à celles de la Saône, a plus de quarante lieues en longueur, est entièrement calcaire, c'est-à-dire entièrement composé des productions de la mer; et c'est par cette raison que je l'ai choisi pour nous servir d'exemple. Le point le plus élevé de cette chaîne de montagnes est très-voisin de la ville de Langres, et l'on voit que, d'un côté, cette même chaîne verse ses eaux dans l'Océan par la Meuse, la Marne, la Seine, etc., et que, de l'autre côté, elle les verse dans la Méditerranée par les rivières qui aboutissent à la Saône. Le point où est situé Langres se trouve à peu près au milieu de cette longueur de quarante lieues, et les collines vont en s'abaissant à peu près également vers les sources de la Seine et vers celles de la Saône. Enfin, ces collines qui forment les extrémités de cette chaîne de montagnes calcaires aboutissent également à des contrées de matières vitrescibles, savoir : au delà de l'Armanson près de Sémur, d'une part; et au delà des sources de la Saône et de la petite rivière du Conay, de l'autre part.

En considérant les vallons voisins de ces montagnes, nous reconnaîtrons que le point de Langres étant le plus élevé, il a été découvert le premier dans le temps que les eaux se sont abaissées : auparavant ce sommet était recouvert comme tout le reste par les eaux, puisqu'il est composé de matières calcaires; mais, au moment qu'il a été découvert, la mer ne pou-

vant plus le surmonter, tous ses mouvements se sont réduits à battre ce sommet des deux côtés, et par conséquent à creuser par des courants constants les valions et les vallées qui suivent aujourd'hui les ruisseaux et les rivières qui coulent des deux côtés de ces montagnes. La preuve évidente que les vallées ont toutes été creusées par des courants réguliers et constants, c'est que leurs angles saillants correspondent partout à des angles rentrants : seulement on observe que les eaux ayant suivi les pentes les plus rapides, et n'ayant entamé d'abord que les terrains les moins solides et les plus aisés à diviser, il se trouve souvent une différence remarquable entre les deux coteaux qui bordent la vallée. On voit quelquefois un escarpement considérable et des rochers à pic d'un côté, tandis que de l'autre, les bancs de pierre sont couverts de terres en pente douce ; et cela est arrivé nécessairement toutes les fois que la force du courant s'est portée plus d'un côté que de l'autre, et aussi toutes les fois qu'il aura été troublé ou secondé par un autre courant.

Si l'on suit le cours d'une rivière ou d'un ruisseau voisin des montagnes d'où descendent leurs sources, on reconnaîtra aisément la figure et même la nature des terres qui forment les coteaux de la vallée. Dans les endroits où elle est étroite, la direction de la rivière et l'angle de son cours indiquent au premier coup d'œil le côté vers lequel se doivent porter ses eaux, et par conséquent le côté où le terrain doit se trouver en plaine, tandis que, de l'autre côté, il continuera d'être en montagne. Lorsque la vallée est large, ce jugement est plus difficile : cependant on peut, en observant la direction de la rivière, deviner assez juste de quel côté les terrains s'élargiront ou se rétréciront. Ce que nos rivières font en petit aujourd'hui, les courants de la mer l'ont autrefois fait en grand : ils ont creusé tous nos vallons, ils les ont tranchés des deux côtés ; mais, en transportant ces déblais, ils ont souvent formé des escarpements d'une part et des plaines de l'autre. On doit aussi remarquer que dans le voisinage du sommet de ces montagnes calcaires, et particulièrement dans le sommet de Langres, les vallons commencent par une profondeur circulaire, et que de là ils vont toujours en s'élargissant à mesure qu'ils s'éloignent du lieu de leur naissance ; les vallons paraissent aussi plus profonds à ce point où ils commencent et semblent aller toujours en diminuant de profondeur à mesure qu'ils s'élargissent et qu'ils s'éloignent de ce point : mais c'est une apparence plutôt qu'une réalité; car, dans l'origine, la portion du vallon la plus voisine du sommet a été la plus étroite et la moins profonde ; le mouvement des eaux a commencé par y former une ravine qui s'est élargie et creusée peu à peu; les déblais ayant été transportés et entraînés par le courant des eaux dans la portion inférieure de la vallée, ils en auront comblé le fond, et c'est par cette raison que les vallons paraissent plus profonds à leur naissance que dans le reste de leur cours, et que les grandes vallées semblent être moins profondes à mesure qu'elles s'éloignent davantage du sommet auquel leurs rameaux aboutissent : car l'on peut considérer une grande vallée comme un tronc qui jette des branches par d'autres vallées, lesquelles jettent des rameaux par d'autres petits vallons qui s'étendent et remontent jusqu'au sommet auquel ils aboutissent.

En suivant cet objet dans l'exemple que nous venons de présenter, si l'on prend ensemble tous les terrains qui versent leurs eaux dans la Seine, ce vaste espace formera une vallée du premier ordre, c'est-à-dire de la plus grande étendue ; ensuite, si nous ne prenons que les terrains qui portent leurs eaux à la rivière d'Yonne, cet espace sera une vallée du second ordre ; et, continuant à remonter vers le sommet de la chaîne des montagnes, les terrains qui versent leurs eaux dans l'Armanson, le Serin et la Cura, formeront des vallées du troisième ordre; et ensuite la Brenne, qui tombe dans l'Armanson, sera une vallée du quatrième ordre, et enfin l'Oze et l'Ozerain, qui tombent dans la Brenne, et dont les sources sont voisines de celles de la Seine, forment des vallées du cinquième ordre. De même, si nous prenons les terrains qui portent leurs eaux à la Marne, cet espace sera une vallée du second ordre ; et, continuant à remonter vers le sommet de la chaîne des montagnes de Langres, si nous ne prenons que les terrains dont les eaux s'écoulent dans la rivière de Rognon, ce sera une vallée du troisième ordre ; enfin les terrains qui versent leurs eaux dans les ruisseaux de Bussière et d'Orguevaux, forment des vallées du quatrième ordre.

Cette disposition est générale dans tous les continents terrestres. A mesure que l'on remonte et qu'on s'approche du sommet des chaînes de montagnes, on voit évidemment que les vallées

sont plus étroites; mais, quoiqu'elles paraissent aussi plus profondes, il est certain néanmoins que l'ancien fond des vallées inférieures était beaucoup plus bas autrefois que ne l'est actuellement celui des vallons supérieurs. Nous avons dit que, dans la vallée de la Seine à Paris, l'on a trouvé des bois travaillés de main d'homme à soixante-quinze pieds de profondeur : le premier fond de cette vallée était donc autrefois bien plus bas qu'il ne l'est aujourd'hui; car, au-dessous de ces soixante-quinze pieds, on doit encore trouver les déblais pierreux et terrestres entraînés par les courants depuis le sommet général des montagnes, tant par les vallées de la Seine que par celles de la Marne, de l'Yonne et de toutes les rivières qu'elles reçoivent. Au contraire, lorsque l'on creuse dans les petits vallons voisins du sommet général, on ne trouve aucun déblai, mais des bancs solides de pierre calcaire posée par lits horizontaux, et des argiles au-dessous à une profondeur plus ou moins grande. J'ai vu, dans une gorge assez voisine de la crête de ce long cordon de la montagne de Langres, un puits de deux cents pieds de profondeur creusé dans la pierre calcaire avant de trouver l'argile[1].

Le premier fond des grandes vallées formées par le feu primitif, ou même par les courants de la mer, a donc été recouvert et élevé successivement de tout le volume des déblais entraînés par le courant à mesure qu'il déchirait les terrains supérieurs : le fond de ceux-ci est demeuré presque nu, tandis que celui des vallées inférieures a été chargé de toute la matière que les autres ont perdue; de sorte que, quand on ne voit que superficiellement la surface de nos continents, on tombe dans l'erreur en la divisant en bandes sablonneuses, marneuses, schisteuses, etc. : car toutes ces bandes ne sont que des déblais superficiels qui ne prouvent rien, et qui ne font, comme je l'ai dit, que masquer la nature et nous tromper sur la vraie théorie de la terre. Dans les vallons supérieurs, on ne trouve d'autres déblais que ceux qui sont descendus longtemps après la retraite des mers par l'effet des eaux pluviales; et ces déblais ont formé les petites couches de terre qui recouvrent actuellement le fond et les coteaux de ces vallons. Ce même effet a eu lieu dans les grandes vallées, mais avec cette différence que dans les petits vallons, les terres, les graviers et les autres détriments amenés par les eaux pluviales et par les ruisseaux, se sont déposés immédiatement sur un fond nu et balayé par les courants de la mer, au lieu que, dans les grandes vallées, ces mêmes détriments amenés par les eaux pluviales n'ont pu que se superposer sur les couches beaucoup plus épaisses des déblais entraînés et déposés précédemment par ces mêmes courants : c'est par cette raison que, dans toutes les plaines et les grandes vallées, nos observateurs croient trouver la nature en désordre, parce qu'ils y voient les matières calcaires mélangées avec les matières vitrescibles, etc. Mais n'est-ce pas vouloir juger d'un bâtiment par les gravois, ou de toute autre construction par les recoupes des matériaux?

Ainsi, sans nous arrêter sur ces petites et fausses vues, suivons notre objet dans l'exemple que nous avons donné.

Les trois grands courants qui se sont formés au-dessous des sommets de la montagne de Langres nous sont aujourd'hui représentés par les vallées de la Meuse, de la Marne et de la Vingeanne. Si nous examinons ces terrains en détail, nous observerons que les sources de la Meuse sortent en partie des marécages du Bassigny, et d'autres petites vallées très-étroites et très-escarpées; que la Mance et la Vingeanne, qui toutes deux se jettent dans la Saône, sortent aussi de vallées très-étroites de l'autre côté du sommet; que la vallée de la Marne, sous Langres, a environ cent toises de profondeur; que, dans tous ces premiers vallons, les coteaux sont voisins et escarpés; que, dans les vallées inférieures, et à mesure que les courants se sont éloignés du sommet général et commun, ils se sont étendus en largeur, et ont, par conséquent, élargi les vallées, dont les côtes sont aussi moins escarpées, parce que le mouvement des eaux y était plus libre et moins rapide que dans les vallons étroits des terrains voisins du sommet.

L'on doit encore remarquer que la direction des courants a varié dans leur cours, et que la déclinaison des coteaux a changé par la même cause. Les courants dont la pente était vers le midi, et qui nous sont représentés par les vallons de la Tille, de la Venelle, de la Vingeanne, du Saulon et de la Mance, ont agi plus fortement contre les coteaux tournés vers le sommet de Langres et à l'aspect du nord. Les courants, au contraire, dont la pente était vers le nord,

[1] Au château de Rochefort, près d'Anières en Champagne.

et qui nous sont représentés par les vallons de l'Aujon, de la Suize, de la Marne et du Rognon, ainsi que par ceux de la Meuse, ont plus fortement agi contre les coteaux qui sont tournés vers ce même sommet de Langres, et qui se trouvent à l'aspect du midi.

Il y avait donc, lorsque les eaux ont laissé le sommet de Langres à découvert, une mer dont les mouvements et les courants étaient dirigés vers le nord, et de l'autre côté de ce sommet, une autre mer, dont les mouvements étaient dirigés vers le midi : ces deux mers battaient les deux flancs opposés de cette chaîne de montagnes, comme l'on voit dans la mer actuelle les eaux battre les deux flancs opposés d'une longue île ou d'un promontoire avancé. Il n'est donc pas étonnant que tous les coteaux escarpés de ces vallons se trouvent également des deux côtés de ce sommet général des montagnes ; ce n'est que l'effet nécessaire d'une cause très-évidente.

Si l'on considère le terrain qui environne l'une des sources de la Marne près de Langres, on reconnaîtra qu'elle sort d'un demi-cercle coupé presque à plomb ; et, en examinant les lits de pierre de cette espèce d'amphithéâtre, on se démontrera que ceux des deux côtés et ceux du fond de l'arc de cercle qu'il présente, étaient autrefois continus, et ne faisaient qu'une seule masse, que les eaux ont détruite dans la partie qui forme aujourd'hui ce demi-cercle. On verra la même chose à l'origine des deux autres sources de la Marne ; savoir : dans le vallon de Balesme et dans celui de Saint-Maurice : tout ce terrain était continu avant l'abaissement de la mer ; et cette espèce de promontoire, à l'extrémité duquel la ville de Langres est située, était, dans ce même temps, continu non-seulement avec ces premiers terrains, mais avec ceux de Breuvonne, de Peigney, de Noidan-le-Rocheux, etc. Il est aisé de se convaincre, par ses yeux, que la continuité de ces terrains n'a été détruite que par le mouvement et l'action des eaux.

Dans cette chaîne de la montagne de Langres, on trouve plusieurs collines isolées, les unes en forme de cône tronqué, comme celle de Montsaugeon, les autres en forme elliptique, comme celles de Montbard, de Montréal; et d'autres tout aussi remarquables, autour des sources de la Meuse, vers Clémont et Montigny-le-Roi, qui est situé sur un monticule adhérent au continent par une langue de terre très-étroite. On voit encore une de ces collines isolées à Andilly, une autre auprès d'Heuilly-Coton, etc. Nous devons observer qu'en général ces collines calcaires isolées sont moins hautes que celles qui les environnent, et desquelles ces collines sont actuellement séparées, parce que le courant remplissant toute la largeur du vallon, passait par dessus ces collines isolées avec un mouvement direct, et les détruisait par le sommet, tandis qu'il ne faisait que baigner le terrain des coteaux du vallon, et ne les attaquait que par un mouvement oblique; en sorte que les montagnes qui bordent les vallons sont demeurées plus élevées que les collines isolées qui se trouvent entre deux. A Montbard, par exemple, la hauteur de la colline isolée au-dessus de laquelle sont situés les murs de l'ancien château n'est que de cent quarante pieds, tandis que les montagnes qui bordent le vallon des deux côtés au nord et au midi en ont plus de trois cent cinquante; et il en est de même des autres collines calcaires que nous venons de citer : toutes celles qui sont isolées sont en même temps moins élevées que les autres, parce qu'étant au milieu du vallon au fil de l'eau, elles ont été minées sur leurs sommets par le courant, toujours plus violent et plus rapide dans le milieu que vers les bords de son cours.

Lorsqu'on regarde ces escarpements, souvent élevés à pic à plusieurs toises de hauteur; lorsqu'on les voit composés du haut en bas de bancs de pierres calcaires très-massives et fort dures, on est émerveillé du temps prodigieux qu'il faut supposer pour que les eaux aient ouvert et creusé ces énormes tranchées. Mais deux circonstances ont concouru à l'accélération de ce grand ouvrage : l'une de ces circonstances est que, dans toutes les collines et montagnes calcaires, les lits supérieurs sont les moins compactes et les plus tendres, en sorte que les eaux ont aisément entamé la superficie du terrain, et formé la première ravine qui a dirigé leur cours ; la seconde circonstance est que, quoique ces bancs de matière calcaire se soient formés et même séchés et pétrifiés sous les eaux de la mer, il est néanmoins très-certain qu'ils n'étaient d'abord que des sédiments superposés de matières molles, lesquelles n'ont acquis de la dureté que successivement par l'action de la gravité sur la masse totale, et par l'exercice de la force d'affinité de leurs parties constituantes.

Nous sommes donc assurés que ces matières n'avaient pas acquis toute la solidité et la dureté que nous leur voyons aujourd'hui, et que, dans ce temps de l'action des courants de la mer, elles devaient lui céder avec moins de résistance. Cette considération diminue l'énormité de la durée du temps de ce travail des eaux, et explique d'autant mieux la correspondance des angles saillants et rentrants des collines, qui ressemble parfaitement à la correspondance des bords de nos rivières dans tous les terrains aisés à diviser.

C'est pour la construction même de ces terrains calcaires, et non pour leur division, qu'il est nécessaire d'admettre une très-longue période de temps; en sorte que, dans les vingt mille ans, j'en prendrais au moins les trois premiers quarts pour la multiplication des coquillages, le transport de leurs dépouilles et la composition des masses qui les renferment, et le dernier quart pour la division et pour la configuration de ces mêmes terrains calcaires : il a fallu vingt mille ans pour la retraite des eaux, qui d'abord étaient élevées de deux mille toises au-dessus du niveau de nos mers actuelles; et ce n'est que vers la fin de cette longue marche en retraite que nos vallons ont été creusés, nos plaines établies, et nos collines découvertes : pendant tout ce temps, le globe n'était peuplé que de poissons et d'animaux à coquilles; les sommets des montagnes et quelques terres élevées que les eaux n'avaient pas surmontés, ou qu'elles avaient abandonnés les premiers, étaient aussi couverts de végétaux; car leurs détriments en volume immense ont formé les veines de charbon, dans le même temps que les dépouilles des coquillages ont formé les lits de nos pierres calcaires. Il est donc démontré par l'inspection attentive de ces monuments authentiques de la nature, savoir : les coquilles dans les marbres, les poissons dans les ardoises, et les végétaux dans les mines de charbon, que tous ces êtres organisés ont existé longtemps avant les animaux terrestres; d'autant qu'on ne trouve aucun indice, aucun vestige de l'existence de ceux-ci dans toutes ces couches anciennes qui se sont formées par le sédiment des eaux de la mer. On n'a trouvé les os, les dents, les défenses des animaux terrestres que dans les couches superficielles, ou bien dans ces vallées et dans ces plaines dont nous avons parlé, qui ont été comblées de déblais entraînés des lieux supérieurs par les eaux courantes; il y a seulement quelques exemples d'ossements trouvés dans des cavités sous des rochers, près des bords de la mer, et dans des terrains bas : mais ces rochers, sous lesquels gisaient ces ossements d'animaux terrestres, sont eux-mêmes de nouvelle formation, ainsi que toutes les carrières calcaires en pays bas, qui ne sont formées que des détriments des anciennes couches de pierre, toutes situées au-dessus de ces nouvelles carrières, et c'est par cette raison que je les ai désignées par le nom de *carrières parasites*, parce qu'elles se forment en effet aux dépens des premières.

Notre globe, pendant trente-cinq mille ans, n'a donc été qu'une masse de chaleur et de feu, dont aucun être sensible ne pouvait approcher; ensuite pendant quinze ou vingt mille ans sa surface n'était qu'une mer universelle : il a fallu cette longue succession de siècles pour le refroidissement de la terre et pour la retraite des eaux, et ce n'est qu'à la fin de cette seconde période que la surface de nos continents a été figurée.

Mais ces derniers effets de l'action des courants de la mer ont été précédés de quelques autres effets encore plus généraux, lesquels ont influé sur quelques traits de la face entière de la terre. Nous avons dit que les eaux, venant en plus grande quantité du pôle austral, avaient aiguisé toutes les pointes des continents; mais, après la chute complète des eaux, lorsque la mer universelle eut pris son équilibre, le mouvement du midi au nord cessa, et la mer n'eut plus à obéir qu'à la puissance constante de la lune, qui, se combinant avec celle du soleil, produisit les marées et le mouvement constant d'orient en occident. Les eaux, dans leur premier avènement, avaient d'abord été dirigées des pôles vers l'équateur, parce que les parties polaires, plus refroidies que le reste du globe, les avaient reçues les premières; ensuite elles ont gagné successivement les régions de l'équateur; et lorsque ces régions ont été couvertes comme toutes les autres par les eaux, le mouvement d'orient en occident s'est dès lors établi pour jamais; car, non-seulement il s'est maintenu pendant cette longue période de la retraite des mers, mais il se maintient encore aujourd'hui. Or ce mouvement général de la mer d'orient en occident a produit sur la surface de la masse terrestre un effet tout aussi général; c'est d'avoir escarpé toutes les côtes occidentales des

continents terrestres, et d'avoir en même temps laissé tous les terrains en pente douce du côté de l'orient.

A mesure que les mers s'abaissaient et découvraient les pointes les plus élevées des continents, ces sommets, comme autant de soupiraux qu'on viendrait de déboucher, commencèrent à laisser exhaler les nouveaux feux produits dans l'intérieur de la terre par l'effervescence des matières qui servent d'aliment aux volcans. Le domaine de la terre, sur la fin de cette seconde période de vingt mille ans, était partagé entre le feu et l'eau; également déchirée et dévorée par la fureur de ces deux éléments, il n'y avait nulle part ni sûreté ni repos : mais heureusement ces anciennes scènes, les plus épouvantables de la nature, n'ont point eu de spectateurs, et ce n'est qu'après cette seconde période entièrement révolue que l'on peut dater la naissance des animaux terrestres; les eaux étaient alors retirées, puisque les deux grands continents étaient unis vers le nord; et également peuplés d'éléphants; le nombre des volcans était aussi beaucoup diminué, parce que leurs éruptions ne pouvant s'opérer que par le conflit de l'eau et du feu, elles avaient cessé dès que la mer, en s'abaissant, s'en était éloignée. Qu'on se représente encore l'aspect qu'offrait la terre immédiatement après cette seconde période, c'est-à-dire à cinquante-cinq ou soixante mille ans de sa formation : dans toutes les parties basses, des mares profondes, des courants rapides et des tournoiements d'eau; des tremblements de terre presque continuels, produits par l'affaissement des cavernes et par les fréquentes explosions des volcans, tant sous mer que sur terre; des orages généraux et particuliers; des tourbillons de fumée et des tempêtes excitées par les violentes secousses de la terre et de la mer; des inondations, des débordements, des déluges occasionnés par ces mêmes commotions, des fleuves de verre fondu, de bitume et de soufre, ravageant les montagnes et venant dans les plaines empoisonner les eaux; le soleil même presque toujours offusqué non-seulement par des nuages aqueux, mais par des masses épaisses de cendres et de pierres poussées par les volcans; et nous remercierons le Créateur de n'avoir pas rendu l'homme témoin de ces scènes effrayantes et terribles qui ont précédé, et, pour ainsi dire, annoncé la naissance de la nature intelligente et sensible.

CINQUIÈME ÉPOQUE.

LORSQUE LES ÉLÉPHANTS ET LES AUTRES ANIMAUX DU MIDI ONT HABITÉ LES TERRES DU NORD.

Tout ce qui existe aujourd'hui dans la nature vivante a pu exister de même dès que la température de la terre s'est trouvée la même. Or, les contrées septentrionales du globe ont joui pendant longtemps du même degré de chaleur dont jouissent aujourd'hui les terres méridionales; et, dans le temps où ces contrées du nord jouissaient de cette température, les terres avancées vers le midi étaient encore brûlantes et sont demeurées désertes pendant un long espace de temps. Il semble même que la mémoire s'en soit conservée par la tradition; car les anciens étaient persuadés que les terres de la zone torride étaient inhabitées : elles étaient en effet encore inhabitables longtemps après la population des terres du nord; car, en supposant trente-cinq mille ans pour le temps nécessaire au refroidissement de la terre sous les pôles seulement au point d'en pouvoir toucher la surface sans se brûler, et vingt ou vingt-cinq mille ans de plus, tant pour la retraite des mers que pour l'attiédissement nécessaire à l'existence d'êtres aussi sensibles que le sont les animaux terrestres, on sentira bien qu'il faut compter quelques milliers d'années de plus pour le refroidissement du globe à l'équateur, tant à cause de la plus grande épaisseur de la terre que de l'accession de la chaleur solaire, qui est considérable sur l'équateur et presque nulle sous le pôle.

Et quand même ces deux causes réunies ne seraient pas suffisantes pour produire une si grande différence de temps entre ces deux populations, l'on doit considérer que l'équateur a reçu les eaux de l'atmosphère bien plus tard que les pôles, et que, par conséquent, cette cause secondaire du refroidissement agissant plus promptement et plus puissamment que les deux premières causes, la chaleur des terres du nord se sera considérablement attiédie par la chute des eaux, tandis que la chaleur des terres méridionales ne maintenait et ne pouvait diminuer que par sa propre déperdition. Et quand même on m'objecterait que la chute des eaux, soit sur l'équateur, soit sur les pôles, n'étant que la suite du refroidissement à un cer-

tain degré de chacune de ces deux parties du globe, elle n'a eu lieu dans l'une et dans l'autre que quand la température de la terre et celle des eaux tombantes ont été respectivement les mêmes, et que, par conséquent, cette chute d'eau n'a pas autant contribué que je le dis à accélérer le refroidissement sous le pôle plus que sous l'équateur, on sera forcé de convenir que les vapeurs, et, par conséquent, les eaux tombantes sur l'équateur, avaient plus de chaleur à cause de l'action du soleil, et que, par cette raison, elles ont refroidi plus lentement les terres de la zone torride; en sorte que j'admettrais au moins neuf à dix mille ans entre le temps de la naissance des éléphants dans les contrées septentrionales et le temps où ils se sont retirés jusqu'aux contrées les plus méridionales : car le froid ne venait et ne vient encore que d'en haut; les pluies continuelles qui tombaient sur les parties polaires du globe en accéléraient incessamment le refroidissement, tandis qu'aucune cause extérieure ne contribuait à celui des parties de l'équateur. Or, cette cause qui nous paraît si sensible par les neiges de nos hivers et les grêles de notre été, ce froid qui des hautes régions de l'air nous arrive par intervalles, tombait à plomb et sans interruption sur les terres septentrionales, et les a refroidies bien plus promptement que n'ont pu se refroidir les terres de l'équateur, sur lesquelles ces ministres du froid, l'eau, la neige et la grêle, ne pouvaient agir ni tomber. D'ailleurs, nous devons faire entrer ici une considération très-importante sur les limites qui bornent la durée de la nature vivante : nous en avons établi le premier terme possible à trente-cinq mille ans de la formation du globe terrestre, et le dernier terme à quatre-vingt-treize mille ans à dater de ce jour; ce qui fait cent trente-deux mille ans pour la durée absolue de cette belle nature. Voilà les limites les plus éloignées et la plus grande étendue de durée que nous ayons données, d'après nos hypothèses, à la vie de la nature sensible : cette vie aura pu commencer à trente-cinq ou trente-six mille ans, parce qu'alors le globe était assez refroidi à ses parties polaires pour qu'on pût le toucher sans se brûler, et elle ne pourra finir que dans quatre-vingt-treize mille ans, lorsque le globe sera plus froid que la glace. Mais, entre ces deux limites si éloignées, il faut en admettre d'autres plus rapprochées. Les eaux et toutes les matières qui sont tombées de l'atmosphère n'ont cessé d'être dans un état d'ébullition qu'au moment où l'on pouvait les toucher sans se brûler : ce n'est donc que longtemps après cette période de trente-six mille ans que les êtres doués d'une sensibilité pareille à celle que nous leur connaissons ont pu naître et subsister; car, si la terre, l'air et l'eau prenaient tout à coup ce degré de chaleur qui ne nous permettrait pas de pouvoir les toucher sans en être vivement offensés, y aurait-il un seul des êtres actuels capable de résister à cette chaleur mortelle, puisqu'elle excéderait de beaucoup la chaleur vitale de leur corps? Il a pu exister alors des végétaux, des coquillages et des poissons d'une nature moins sensible à la chaleur, dont les espèces ont été anéanties par le refroidissement dans les âges subséquents, et ce sont ceux dont nous trouvons les dépouilles et les détriments dans les mines de charbon, dans les ardoises, dans les schistes et dans les couches d'argile, aussi bien que dans les bancs de marbres et des autres matières calcaires; mais toutes les espèces plus sensibles, et particulièrement les animaux terrestres, n'ont pu naître et se multiplier que dans des temps postérieurs et plus voisins du nôtre.

Et dans quelle contrée du nord les premiers animaux terrestres auront-ils pris naissance? n'est-il pas probable que c'est dans les terres les plus élevées, puisqu'elles ont été refroidies avant les autres? et il n'est pas également probable que les éléphants et les autres animaux, actuellement habitant les terres du midi, sont nés les premiers de tous, et qu'ils ont occupé ces terres du nord pendant quelques milliers d'années, et longtemps avant la naissance des rennes qui habitent aujourd'hui ces mêmes terres du nord?

Dans ce temps, qui n'est guère éloigné du nôtre que de quinze mille ans, les éléphants, les rhinocéros, les hippopotames, et probablement toutes les espèces qui ne peuvent se multiplier actuellement que sous la zone torride, vivaient donc et se multipliaient dans les terres du nord, dont la chaleur était au même degré, et, par conséquent, tout aussi convenable à leur nature. Ils y étaient en grand nombre; ils y ont séjourné longtemps; la quantité d'ivoire et de leurs autres dépouilles que l'on a découverte et que l'on découvre tous les jours dans ces contrées septentrionales, nous démontre évidemment qu'elles ont été leur patrie, leur pays na-

tal, et certainement la première terre qu'ils aient occupée : mais, de plus, ils ont existé en même temps dans les contrées septentrionales de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique; ce qui nous fait connaître que les deux continents étaient alors contigus, et qu'ils n'ont été séparés que dans des temps subséquents. J'ai dit que nous avions au Cabinet du Roi des défenses d'éléphant trouvées en Russie et en Sibérie, et d'autres qui ont été trouvées au Canada, près de la rivière d'Ohio. Les grosses dents molaires de l'hippopotame et de l'énorme animal dont l'espèce est perdue nous sont arrivées du Canada, et d'autres toutes semblables sont venues de Tartarie et de Sibérie. On ne peut donc pas douter que ces animaux, qui n'habitent aujourd'hui que les terres du midi de notre continent, n'existassent aussi dans les terres septentrionales de l'autre et dans le même temps, car la terre était également chaude ou refroidie au même degré dans tous deux. Et ce n'est pas seulement dans les terres du nord qu'on a trouvé ces dépouilles d'animaux du midi, mais elles se trouvent encore dans tous les pays tempérés, en France, en Allemagne, en Italie, en Angleterre, etc. Nous avons sur cela des monuments authentiques, c'est-à-dire des défenses d'éléphant et d'autres ossements de ces animaux trouvés dans plusieurs provinces de l'Europe.

Dans les temps précédents, ces mêmes terres septentrionales étaient recouvertes par les eaux de la mer, lesquelles, par leur mouvement, y ont produit les mêmes effets que partout ailleurs : elles en ont figuré les collines, elles les ont composées de couches horizontales, elles ont déposé les argiles et les matières calcaires en forme de sédiment; car on trouve dans ces terres du nord, comme dans nos contrées, les coquillages et les débris des autres productions marines enfouis à d'assez grandes profondeurs dans l'intérieur de la terre, tandis que ce n'est, pour ainsi dire, qu'à la superficie, c'est-à-dire à quelques pieds de profondeur, que l'on trouve les squelettes d'éléphants, de rhinocéros, et les autres dépouilles des animaux terrestres.

Il paraît même que ces premiers animaux terrestres étaient, comme les premiers animaux marins, plus grands qu'ils ne le sont aujourd'hui. Nous avons parlé de ces énormes dents carrées à pointes mousses, qui ont appartenu à un animal plus grand que l'éléphant, et dont l'espèce ne subsiste plus : nous avons indiqué ces coquillages en volutes, qui ont jusqu'à huit pieds de diamètre sur un pied d'épaisseur; et nous avons vu de même des défenses, des dents, des omoplates, des fémurs d'éléphant d'une taille supérieure à celle des éléphants actuellement existants. Nous avons reconnu, par la comparaison immédiate des dents mâchelières des hippopotames d'aujourd'hui avec les grosses dents qui nous sont venues de la Sibérie et du Canada, que les anciens hippopotames auxquels ces grosses dents ont autrefois appartenu étaient au moins quatre fois plus volumineux que ne le sont les hippopotames actuellement existants. Ces grands ossements et ces énormes dents sont des témoins subsistants de la grande force de la nature dans ces premiers âges. Mais, pour ne pas perdre de vue notre objet principal, suivons nos éléphants dans leur marche progressive du nord au midi.

Nous ne pouvons douter qu'après avoir occupé les parties septentrionales de la Russie et de la Sibérie jusqu'au soixantième degré [1], où l'on a trouvé leurs dépouilles en grande quantité, ils n'aient ensuite gagné les terres moins septentrionales, puisqu'on trouve encore de ces mêmes dépouilles en Moscovie, en Pologne, en Allemagne, en Angleterre, en France, en Italie; en sorte qu'à mesure que les terres du nord se refroidissaient, ces animaux cherchaient des terres plus chaudes; et il est clair que tous les climats, depuis le nord jusqu'à l'équateur, ont successivement joui du degré de chaleur convenable à leur nature. Ainsi, quoique de mémoire d'homme l'espèce des éléphants ne paraisse avoir occupé que les climats actuellement les plus chauds dans notre continent, c'est-à-dire les terres qui s'étendent à peu près à vingt degrés des deux côtés de l'équateur, et qu'ils y paraissent confinés depuis plusieurs siècles, les monuments de leurs dépouilles trouvées dans toutes les parties tempérées de ce même continent démontrent qu'ils ont aussi habité pendant autant de siècles les différents climats de ce même continent; d'abord du soixantième au cinquantième degré, puis du cinquantième au quarantième, ensuite du quarantième au trentième, et du trentième au vingtième, enfin du vingtième à l'équateur et au delà à la même distance. On

[1] On a trouvé cette année même, 1777, des défenses et des ossements d'éléphant près de Saint-Pétersbourg, qui, comme l'on sait, est à très-peu près sous cette latitude de soixante degrés.

pourrait même présumer qu'en faisant des recherches en Laponie, dans les terres de l'Europe et de l'Asie qui sont au delà du soixantième degré, on pourrait y trouver de même des défenses et des ossements d'éléphants, ainsi que des autres animaux du midi, à moins qu'on ne veuille supposer (ce qui n'est pas sans vraisemblance) que la surface de la terre étant réellement encore plus élevée en Sibérie que dans toutes les provinces qui l'avoisinent du coté du nord, ces mêmes terres de la Sibérie ont été les premières abandonnées par les eaux, et, par conséquent, les premières où les animaux terrestres aient pu s'établir. Quoi qu'il en soit, il est certain que les éléphants ont vécu, produit, multiplié pendant plusieurs siècles dans cette même Sibérie et dans le nord de la Russie; qu'ensuite ils ont gagné les terres du cinquantième au quarantième degré, et qu'ils y ont subsisté plus long temps que dans leur terre natale, et encore plus longtemps dans les contrées du quarantième au trentième degré, etc., parce que le refroidissement successif du globe a toujours été plus lent, à mesure que les climats se sont trouvés plus voisins de l'équateur, tant par la plus forte épaisseur du globe que par la plus grande chaleur du soleil.

Nous avons fixé, d'après nos hypothèses, le premier instant possible du commencement de la nature vivante à trente-cinq ou trente-six mille ans, à dater de la formation du globe, parce que ce n'est qu'à cet instant qu'on aurait pu commencer à le toucher sans se brûler: en donnant vingt-cinq mille ans de plus pour achever l'ouvrage immense de la construction de nos montagnes calcaires, pour leur figuration par angles saillants et rentrants, pour l'abaissement des mers, pour les ravages des volcans et pour le desséchement de la surface de la terre, nous ne compterons qu'environ quinze mille ans depuis le temps où la terre, après avoir essuyé, éprouvé tant de bouleversements et de changements, s'est enfin trouvée dans un état plus calme et assez fixe pour que les causes de destruction ne fussent pas plus puissantes et plus générales que celles de la production. Donnant donc quinze mille ans d'ancienneté à la nature vivante, telle qu'elle nous est parvenue, c'est-à-dire quinze mille ans d'ancienneté aux espèces d'animaux terrestres nées dans les terres du nord, et actuellement existantes dans celles du midi, nous pourrons supposer qu'il y a peut-être cinq mille ans que les éléphants sont confinés dans la zone torride, et qu'ils ont séjourné tout autant de temps dans les climats qui forment aujourd'hui les zones tempérées, et peut-être autant dans les climats du nord, où ils ont pris naissance.

Mais cette marche régulière qu'ont suivie les plus grands, les premiers animaux dans notre continent, paraît avoir souffert des obstacles dans l'autre. Il est très-certain qu'on a trouvé, et il est très-probable qu'on trouvera encore des défenses et des ossements d'éléphants en Canada, dans le pays des Illinois, au Mexique, et dans quelques autres endroits de l'Amérique septentrionale; mais nous n'avons aucune observation, aucun monument qui nous indiquent le même fait pour les terres de l'Amérique méridionale. D'ailleurs, l'espèce même de l'éléphant qui s'est conservée dans l'ancien continent, ne subsiste plus dans l'autre: non-seulement cette espèce ni aucune autre de toutes celles des animaux terrestres qui occupent actuellement les terres méridionales de notre continent, ne se sont trouvées dans les terres méridionales du nouveau monde, mais même il paraît qu'ils n'ont existé que dans les contrées septentrionales de ce nouveau continent; et cela, dans le même temps qu'ils existaient dans celles de notre continent. Ce fait ne démontre-t-il pas que l'ancien et le nouveau continent n'étaient pas alors séparés vers le nord, et que leur séparation ne s'est faite que postérieurement au temps de l'existence des éléphants dans l'Amérique septentrionale, où leur espèce s'est probablement éteinte par le refroidissement, et à peu près dans le temps de cette séparation des continents, parce que ces animaux n'auront pu gagner les régions de l'équateur dans ce nouveau continent comme ils l'ont fait dans l'ancien, tant en Asie qu'en Afrique? En effet, si l'on considère la surface de ce nouveau continent, on voit que les parties méridionales voisines de l'isthme de Panama sont occupées par de très-hautes montagnes: les éléphants n'ont pu franchir ces barrières invincibles pour eux, à cause du trop grand froid qui se fait sentir sur ces hauteurs; ils n'auront donc pas été au delà des terres de l'isthme, et n'auront subsisté dans l'Amérique septentrionale qu'autant qu'aura duré dans cette terre le degré de chaleur nécessaire à leur multiplication. Il en est de même de tous les autres animaux des parties méridionales de notre continent; aucun ne s'est trouvé

dans les parties méridionales de l'autre. J'ai démontré cette vérité par un si grand nombre d'exemples, qu'on ne peut la révoquer en doute.

Les animaux, au contraire, qui peuplent actuellement nos régions tempérées et froides, se trouvent également dans les parties septentrionales des deux continents; ils y sont nés postérieurement aux premiers, et s'y sont conservés, parce que leur nature n'exige pas une aussi grande chaleur. Les rennes et les autres animaux qui ne peuvent subsister que dans les climats les plus froids, sont venus les derniers; et qui sait si, par succession de temps, lorsque la terre sera plus refroidie, il ne paraîtra pas de nouvelles espèces dont le tempérament différera de celui du renne autant que la nature du renne diffère à cet égard de celle de l'éléphant? Quoi qu'il en soit, il est certain qu'aucun des animaux propres et particuliers aux terres méridionales de notre continent, ne s'est trouvé dans les terres méridionales de l'autre, et que même, dans le nombre des animaux communs à notre continent et à celui de l'Amérique septentrionale, dont les espèces se sont conservées dans tous deux, à peine en peut-on citer une qui soit arrivée à l'Amérique méridionale. Cette partie du monde n'a donc pas été peuplée comme toutes les autres, ni dans le même temps; elle est demeurée, pour ainsi dire, isolée et séparée du reste de la terre par les mers et par ses hautes montagnes. Les premiers animaux terrestres nés dans les terres du nord n'ont donc pu s'établir, par communication, dans ce continent méridional de l'Amérique, ni subsister dans son continent septentrional, qu'autant qu'il a conservé le degré de chaleur nécessaire à leur propagation; et cette terre de l'Amérique méridionale, réduite à ses propres forces, n'a enfanté que des animaux plus faibles et beaucoup plus petits que ceux qui sont venus du nord pour peupler nos contrées du midi.

Je dis que les animaux qui peuplent aujourd'hui les terres du midi de notre continent y sont venus du nord, et je crois pouvoir l'affirmer avec tout fondement : car, d'une part, les monuments que nous venons d'exposer le démontrent; et d'autre côté, nous ne connaissons aucune espèce grande et principale, actuellement subsistante dans ces terres du midi, qui n'ait existé précédemment dans les terres du nord, puisqu'on y trouve des défenses et des ossements d'éléphants, des squelettes de rhinocéros, des dents d'hippopotames et des têtes monstrueuses de bœufs, qui ont frappé par leur grandeur, et qu'il est plus que probable qu'on y a trouvé de même des débris de plusieurs autres espèces moins remarquables; en sorte que, si l'on veut distinguer dans les terres méridionales de notre continent les animaux qui y sont arrivés du nord, de ceux que cette même terre a pu produire par ses propres forces, on reconnaîtra que tout ce qu'il y a eu de colossal et de grand dans la nature, a été formé dans les terres du nord; et que si celles de l'équateur ont produit quelques animaux, ce sont des espèces inférieures, bien plus petites que les premières.

Mais ce qui doit faire douter de cette production, c'est que ces espèces, que nous supposons ici produites par les propres forces des terres méridionales de notre continent, auraient dû ressembler aux animaux des terres méridionales de l'autre continent, lesquels n'ont de même été produits que par la propre force de cette terre isolée : c'est néanmoins tout le contraire; car aucun des animaux de l'Amérique méridionale ne ressemble assez aux animaux des terres du midi de notre continent, pour qu'on puisse les regarder comme de la même espèce; ils sont, pour la plupart, d'une forme si différente, que ce n'est qu'après un long examen qu'on peut les soupçonner d'être les représentants de quelques-uns de ceux de notre continent. Quelle différence de l'éléphant au tapir, qui cependant est de tous le seul qu'on puisse lui comparer, mais qui s'en éloigne déjà beaucoup par la figure, et prodigieusement par la grandeur! car ce tapir, cet éléphant du nouveau monde, n'a ni trompe ni défenses, et n'est guère plus grand qu'un âne. Aucun animal de l'Amérique méridionale ne ressemble au rhinocéros, aucun à l'hippopotame, aucun à la giraffe : et quelle différence encore entre le lama et le chameau, quoiqu'elle soit moins grande qu'entre le tapir et l'éléphant!

L'établissement de la nature vivante, surtout de celle des animaux terrestres, s'est donc fait dans l'Amérique méridionale bien postérieurement à son séjour déjà fixé dans les terres du nord; et peut-être la différence du temps est-elle

* Voyez les trois discours sur les animaux des deux continents.

de plus de quatre ou cinq mille ans. Nous avons exposé une partie des faits et des raisons qui doivent faire penser que le nouveau monde, surtout dans ses parties méridionales, est une terre plus recemment peuplée que celle de notre continent; que la nature, bien loin d'y être dégénérée par vétusté, y est au contraire née tard, et n'y a jamais existé avec les mêmes forces, la même puissance active, que dans les contrées septentrionales; car on ne peut douter, après ce qui vient d'être dit, que les grandes et premières formations des êtres animés ne se soient faites dans les terres élevées du nord, d'où elles ont successivement passé dans les contrées du midi sous la même forme, et sans avoir rien perdu que sur les dimensions de leur grandeur. Nos éléphants et nos hippopotames, qui nous paraissent si gros, ont eu des ancêtres plus grands dans les temps qu'ils habitaient les terres septentrionales où ils ont laissé leurs dépouilles : les cétacés d'aujourd'hui sont aussi moins gros qu'ils ne l'étaient anciennement; mais c'est peut-être par une autre raison.

Les baleines, les gibbars, molars, cachalots, narwals, et autres grands cétacés, appartiennent aux mers septentrionales, tandis que l'on ne trouve dans les mers tempérées et méridionales que les lamantins, les dugons, les marsouins, qui tous sont inférieurs aux premiers en grandeur. Il semble donc, au premier coup d'œil, que la nature ait opéré d'une manière contraire et par une succession inverse, puisque tous les plus grands animaux terrestres se trouvent actuellement dans les contrées du midi, tandis que tous les plus grands animaux marins n'habitent que les régions de notre pôle. Et pourquoi ces grandes et presque monstrueuses espèces paraissent-elles confinées dans ces mers froides? Pourquoi n'ont-elles pas gagné successivement, comme les éléphants, les régions les plus chaudes? En un mot, pourquoi ne se trouvent-elles ni dans les mers tempérées ni dans celles du midi? car, à l'exception de quelques cachalots, qui viennent assez souvent autour des Açores, et quelquefois échouer sur nos côtes, et dont l'espèce paraît la plus vagabonde de ces grands cétacés, toutes les autres sont demeurées et ont encore leur séjour constant dans les mers boréales des deux continents. On a bien remarqué, depuis qu'on a commencé la pêche, ou plutôt la chasse de ces grands animaux, qu'ils se sont retirés des endroits où l'homme alloit les inquieter. On a de plus observé que ces premières baleines, c'est-à-dire, celles que l'on pêchait il y a cent cinquante et deux cents ans, étaient beaucoup plus grosses que celles d'aujourd'hui; elles avaient jusqu'à cent pieds de longueur, tandis que les plus grandes que l'on prend actuellement n'en ont que soixante. On pourrait même expliquer d'une manière assez satisfaisante les raisons de cette différence de grandeur; car les baleines, ainsi que tous les autres cétacés, et même la plupart des poissons, vivent, sans comparaison, bien plus longtemps qu'aucun des animaux terrestres; et dès lors leur entier accroissement demande aussi un temps beaucoup plus long. Or, quand on a commencé la pêche des baleines, il y a cent cinquante ou deux cents ans, on a trouvé les plus âgées et celles qui avaient pris leur entier accroissement; on les a poursuivies, chassées de préférence; enfin on les a détruites, et il ne reste aujourd'hui dans les mers fréquentées par nos pêcheurs que celles qui n'ont pas encore atteint toutes leurs dimensions : car, comme nous l'avons dit ailleurs, une baleine peut bien vivre mille ans, puisqu'une carpe en vit plus de deux cents.

La permanence du séjour de ces grands animaux dans les mers boréales semble fournir une nouvelle preuve de la continuité des continents vers les régions de notre nord, et nous indiquer que cet état de continuité a subsisté longtemps; car si ces animaux marins, que nous supposerons pour un moment nés en même temps que les éléphants, eussent trouvé la route ouverte, ils auraient gagné les mers du midi, pour peu que le refroidissement des eaux leur eût été contraire; et cela serait arrivé, s'ils eussent pris naissance dans le temps que la mer était encore chaude. On doit donc présumer que leur existence est postérieure à celle des éléphants et des autres animaux qui ne peuvent subsister que dans les climats du midi. Cependant il se pourrait aussi que la différence de température fût pour ainsi dire indifférente, ou beaucoup moins sensible aux animaux aquatiques qu'aux animaux terrestres. Le froid et le chaud sur la surface de la terre et de la mer, suivent à la vérité l'ordre des climats, et la chaleur de l'intérieur du globe est la même dans le sein de la mer et dans celui de la terre à la même profondeur; mais les variations de température, qui sont si grandes à la surface de la

terre, sont beaucoup moindres, et presque nulles, à quelques toises de profondeur sous les eaux. Les injures de l'air ne s'y font pas sentir, et ces grands cétacés ne les éprouvent pas, ou du moins peuvent s'en garantir : d'ailleurs, par la nature même de leur organisation, ils paraissent être plutôt munis contre le froid que contre la grande chaleur ; car, quoique leur sang soit à peu près aussi chaud que celui des animaux quadrupèdes, l'énorme quantité de lard et d'huile qui recouvre leur corps, en les privant du sentiment vif qu'ont les autres animaux, les défend en même temps de toutes les impressions extérieures : et il est à présumer qu'ils restent où ils sont, parce qu'ils n'ont pas même le sentiment qui pourrait les conduire vers une température plus douce, ni l'idée de se trouver mieux ailleurs ; car il faut de l'instinct pour se mettre à son aise, il en faut pour se déterminer à changer de demeure ; et il y a des animaux, et même des hommes si bruts, qu'ils préfèrent de languir dans leur ingrate terre natale à la peine qu'il faudrait prendre pour se gîter plus commodément ailleurs [1]. Il est donc très-probable que ces cachalots que nous voyons de temps en temps arriver des mers septentrionales sur nos côtes, ne se décident pas à faire ces voyages pour jouir d'une température plus douce, mais qu'ils y sont déterminés par les colonnes de harengs, de maquereaux et d'autres petits poissons qu'ils suivent et avalent par milliers [2].

Toutes ces considérations nous font présumer que les régions de notre nord, soit de la mer, soit de la terre, ont non-seulement été les premières fécondées, mais que c'est encore dans ces mêmes régions que la nature vivante s'est élevée à ses plus grandes dimensions. Et comment expliquer cette supériorité de force, et cette priorité de formation donnée à cette région du nord exclusivement à toutes les autres parties de la terre? car nous voyons par l'exemple de l'Amérique méridionale, dans les terres de laquelle il ne se trouve que de petits animaux, et dans les mers le seul lamantin, qui est aussi petit en comparaison de la baleine que le tapir l'est en comparaison de l'éléphant ; nous voyons, dis-je, par cet exemple frappant, que la nature n'a jamais produit dans les terres du midi des animaux comparables en grandeur aux animaux du nord ; et nous voyons de même, par un second exemple tiré des monuments, que, dans les terres méridionales de notre continent, les plus grands animaux sont ceux qui sont venus du nord ; et que, s'il s'en est produit dans ces terres de notre midi, ce ne sont que des espèces très-inférieures aux premières en grandeur et en force. On doit même croire qu'il ne s'en est produit aucune dans les terres méridionales de l'ancien continent, quoiqu'il s'en soit formé dans celles du nouveau ; et voici les motifs de cette présomption.

Toute production, toute génération, et même tout accroissement, tout développement, supposent le concours et la réunion d'une grande quantité de molécules organiques vivantes ; ces molécules, qui animent tous les corps organisés, sont successivement employées à la nutrition et à la génération de tous les êtres. Si tout à coup la plus grande partie de ces êtres était supprimée, on verrait paraître des espèces nouvelles, parce que ces molécules organiques, qui sont indestructibles et toujours actives, se réuniraient pour composer d'autres corps organisés ; mais étant entièrement absorbées par les moules intérieurs des êtres actuellement existants, il ne peut se former d'espèces nouvelles, du moins dans les premières classes de la nature, telles que celles des grands animaux. Or ces grands animaux sont arrivés du nord sur les terres du midi ; ils s'y sont nourris, reproduits, multipliés, et ont par conséquent absorbé les molécules vivantes ; en sorte qu'ils n'en ont point laissé de superflues qui auraient pu former des espèces nouvelles ; tandis qu'au contraire dans les terres de l'Amérique méridionale, où les grands animaux du nord n'ont pu pénétrer, les molécules organiques vivantes, ne se trouvant absorbées par aucun moule animal déjà subsistant, se seront réunies pour former des espèces qui ne ressemblent point aux autres, et qui toutes sont inférieures, tant par la force que par la grandeur, à celles des animaux venus du nord.

Ces deux formations, quoique d'un temps différent, se sont faites de la même manière et par les mêmes moyens ; et si les premières sont supérieures à tous égards aux dernières, c'est que la fécondité de la terre, c'est-à-dire la quantité de la matière organique vivante, était

[1] Voyez ci-après les notes justificatives des faits.

[2] *Nota*. Nous n'ignorons pas qu'en général les cétacés ne se tiennent pas au delà du soixante-dix-huitième ou soixante-dix-neuvième degré, et nous savons qu'ils descendent en hiver à quelques degrés au-dessous ; mais ils ne viennent jamais en nombre dans les mers tempérées ou chaudes.

moins abondante dans ces climats méridionaux que dans celui du nord. On peut en donner la raison, sans la chercher ailleurs que dans notre hypothèse; car toutes les parties aqueuses, huileuses et ductiles, qui devaient entrer dans la composition des êtres organisés, sont tombées avec les eaux sur les parties septentrionales du globe bien plus tôt et en bien plus grande quantité que sur les parties méridionales. C'est dans ces matières aqueuses et ductiles que les molécules organiques vivantes ont commencé à exercer leur puissance pour modeler et développer les corps organisés; et comme les molécules organiques ne sont produites que par la chaleur sur les matières ductiles, elles étaient aussi plus abondantes dans les terres du nord qu'elles n'ont pu l'être dans les terres du midi, où ces mêmes matières étaient en moindre quantité : il n'est pas étonnant que les premières, les plus fortes et les plus grandes productions de la nature vivante se soient faites dans ces mêmes terres du nord; tandis que dans celles de l'équateur, et particulièrement dans celles de l'Amérique méridionale, où la quantité de ces mêmes matières ductiles était bien moindre, il ne s'est formé que des espèces inférieures, plus petites et plus faibles que celles des terres du nord.

Mais revenons à l'objet principal de notre époque. Dans ce même temps où les éléphants habitaient nos terres septentrionales, les arbres et les plantes qui couvrent actuellement nos contrées méridionales existaient aussi dans ces mêmes terres du nord. Les monuments semblent le démontrer; car toutes les impressions bien avérées des plantes qu'on a trouvées dans nos ardoises et nos charbons représentent la figure de plantes qui n'existent actuellement que dans les grandes Indes ou dans les autres parties du midi. On pourra m'objecter, malgré la certitude du fait par l'évidence de ces preuves, que les arbres et les plantes n'ont pu voyager comme les animaux, ni par conséquent se transporter du nord au midi. A cela je réponds, 1° que ce transport ne s'est pas fait tout à coup, mais successivement : les espèces de végétaux se sont semées de proche en proche dans les terres dont la température leur devenait convenable; et ensuite ces mêmes espèces, après avoir gagné jusqu'aux contrées de l'équateur, auront péri dans celles du nord, dont elles ne pouvaient plus supporter le froid. 2° Ce transport, ou plutôt ces accrues successives de bois, ne sont pas même nécessaires pour rendre raison de l'existence de ces végétaux dans les pays méridionaux; car en général la même température, c'est-à-dire le même degré de chaleur, produit partout les mêmes plantes sans qu'elles y aient été transportées. La population des terres méridionales par les végétaux est donc encore plus simple que par les animaux.

Il reste celle de l'homme : a-t-elle été contemporaine à celle des animaux? Des motifs majeurs et des raisons très-solides se joignent ici pour prouver qu'elle s'est faite postérieurement à toutes nos époques, et que l'homme est en effet le grand et dernier œuvre de la création. On ne manquera pas de nous dire que l'analogie semble démontrer que l'espèce humaine a suivi la même marche et qu'elle date du même temps que les autres especes; qu'elle s'est même plus universellement répandue, et que si l'époque de sa création est postérieure à celle des animaux, rien ne prouve que l'homme n'ait pas au moins subi les mêmes lois de la nature, les mêmes altérations, les mêmes changements. Nous conviendrons que l'espèce humaine ne diffère pas essentiellement des autres espèces par ses facultés corporelles, et qu'à cet égard son sort eût été le même à peu pres que celui des autres espèces : mais pouvons-nous douter que nous ne différions prodigieusement des animaux par le rayon divin qu'il a plu au souverain Être de nous départir. Ne voyons-nous pas que dans l'homme la matière est conduite par l'esprit? Il a donc pu modifier les effets de la nature; il a trouvé le moyen de résister aux intempéries des climats; il a créé de la chaleur, lorsque le froid l'a détruite : la découverte et les usages de l'élément du feu, dus à sa seule intelligence, l'ont rendu plus fort et plus robuste qu'aucun des animaux, et l'ont mis en état de braver les tristes effets du refroidissement. D'autres arts, c'est-à-dire d'autres traits de son intelligence, lui ont fourni des vêtements, des armes, et bientôt il s'est trouvé le maître du domaine de la terre : ces mêmes arts lui ont donné les moyens d'en parcourir toute la surface, et de s'habituer partout, parce qu'avec plus ou moins de précautions, tous les climats lui sont devenus pour ainsi dire égaux. Il n'est donc pas étonnant que, quoiqu'il n'existe aucun des animaux du midi de notre continent dans l'autre, l'homme seul, c'est-à-dire son espèce, se trouve également dans cette terre isolée de l'Amérique méridio-

nale, qui paraît n'avoir eu aucune part aux premières formations des animaux, et aussi dans toutes les parties froides ou chaudes de la surface de la terre : car, quelque part et quelque loin que l'on ait pénétré depuis la perfection de l'art de la navigation, l'homme a trouvé partout des hommes ; les terres les plus disgraciées, les îles les plus isolées, les plus éloignées des continents, se sont presque toutes trouvées peuplées ; et l'on ne peut pas dire que ces hommes, tels que ceux des îles Marianes, ou ceux d'Otahiti et des autres petites îles situées dans le milieu des mers à de si grandes distances de toutes terres habitées, ne soient néanmoins des hommes de notre espèce, puisqu'ils peuvent produire avec nous, et que les petites différences qu'on remarque dans leur nature ne sont que de légères variétés causées par l'influence du climat et de la nourriture.

Néanmoins, si l'on considère que l'homme, qui peut se munir aisément contre le froid, ne peut au contraire se défendre par aucun moyen contre la chaleur trop grande ; que même il souffre beaucoup dans les climats que les animaux du midi cherchent de préférence, on aura une raison de plus pour croire que la création de l'homme a été postérieure à celle de ces grands animaux. Le souverain Être n'a pas répandu le souffle de vie dans le même instant sur toute la surface de la terre ; il a commencé par féconder les mers et ensuite les terres les plus élevées ; et il a voulu donner tout le temps nécessaire à la terre pour se consolider, se figurer, se refroidir, se découvrir, se sécher, et arriver enfin à l'état de repos et de tranquillité où l'homme pouvait être le témoin intelligent, l'admirateur paisible du grand spectacle de la nature et des merveilles de la création. Ainsi, nous sommes persuadés, indépendamment de l'autorité des livres sacrés, que l'homme a été créé le dernier, et qu'il n'est venu prendre le sceptre de la terre que quand elle s'est trouvée digne de son empire. Il paraît néanmoins que son premier séjour a d'abord été, comme celui des animaux terrestres, dans les hautes terres de l'Asie, que c'est dans ces mêmes terres où sont nés les arts de première nécessité, et bientôt après les sciences, également nécessaires à l'exercice de la puissance de l'homme, et sans lesquelles il n'aurait pu former de société ni compter sa vie, ni commander aux animaux, ni se servir autrement des végétaux que pour les brouter. Mais nous nous réservons d'exposer dans notre dernière époque les principaux faits qui ont rapport à l'histoire des premiers hommes.

SIXIÈME ÉPOQUE.

LORSQUE S'EST FAITE LA SÉPARATION DES CONTINENTS.

Le temps de la séparation des continents est certainement postérieur au temps où les éléphants habitaient les terres du nord, puisqu'alors leur espèce était également subsistante en Amérique, en Europe et en Asie. Cela nous est démontré par les monuments, qui sont les dépouilles de ces animaux trouvées dans les parties septentrionales du nouveau continent, comme dans celles de l'ancien. Mais comment est-il arrivé que cette séparation des continents paraisse s'être faite en deux endroits, par deux bandes de mer qui s'étendent depuis les contrées septentrionales, toujours en s'élargissant, jusqu'aux contrées les plus méridionales ? Pourquoi ces bandes de mer ne se trouvent-elles pas au contraire presque parallèles à l'équateur, puisque le mouvement général des mers se fait d'orient en occident ? N'est-ce pas une nouvelle preuve que les eaux sont primitivement venues des pôles, et qu'elles n'ont gagné les parties de l'équateur que successivement ? Tant qu'a duré la chute des eaux, et jusqu'à l'entière dépuration de l'atmosphère, leur mouvement général a été dirigé des pôles à l'équateur ; et, comme elles venaient en plus grande quantité du pôle austral, elles ont formé de vastes mers dans cet hémisphère, lesquelles vont en se rétrécissant de plus en plus dans l'hémisphère boréal, jusque sous le cercle polaire ; et c'est par ce mouvement dirigé du sud au nord, que les eaux ont aiguisé toutes les pointes des continents ; mais, après leur entier établissement sur la surface de la terre, qu'elles surmontaient partout de deux mille toises, leur mouvement des pôles à l'équateur ne se sera-t-il pas combiné, avant de cesser, avec le mouvement d'orient en occident ? et lorsqu'il a cessé tout à fait, les eaux, entraînées par le seul mouvement d'orient en occident, n'ont-elles pas escarpé tous les revers occidentaux des continents terrestres, quand elles se sont successivement abaissées ? et enfin n'est-ce pas après leur retraite que tous les con-

tinents ont paru, et que leurs contours ont pris leur dernière forme?

Nous observerons d'abord que l'étendue des terres dans l'hémisphère boréal, en le prenant du cercle polaire à l'équateur, est si grande en comparaison de l'étendue des terres prises de même dans l'hémisphère austral, qu'on pourrait regarder le premier comme l'hémisphère terrestre, et le second comme l'hémisphère maritime. D'ailleurs il y a si peu de distance entre les deux continents vers les régions de notre pôle, qu'on ne peut guère douter qu'ils ne fussent continus dans les temps qui ont succédé à la retraite des eaux. Si l'Europe est aujourd'hui séparée du Groënland, c'est probablement parce qu'il s'est fait un affaissement considérable entre les terres du Groenland et celles de Norwége et de la pointe de l'Écosse, dont les Orcades, l'île de Schetland, celles de Féroé, de l'Islande et de Hola, ne nous montrent plus que les sommets des terrains submergés; et si le continent de l'Asie n'est plus contigu à celui de l'Amérique vers le nord, c'est sans doute en conséquence d'un effet tout semblable. Ce premier affaissement, que les volcans d'Islande paraissent nous indiquer, a non-seulement été postérieur aux affaissements des contrées de l'équateur et à la retraite des mers, mais postérieur encore de quelques siècles à la naissance des grands animaux terrestres dans les contrées septentrionales; et l'on ne peut douter que la séparation des continents vers le nord ne soit d'un temps assez moderne en comparaison de la division de ces mêmes continents vers les parties de l'équateur.

Nous présumons encore que non-seulement le Groënland a été joint à la Norwége et à l'Écosse, mais aussi que le Canada pouvait l'être à l'Espagne par les bancs de Terre-Neuve, les Açores et les autres îles et hauts-fonds qui se trouvent dans cet intervalle de mers; ils semblent nous présenter aujourd'hui les sommets les plus élevés de ces terres affaissées sous les eaux. La submersion en est peut-être encore plus moderne que celle du continent de l'Islande, puisque la tradition paraît s'en être conservée: l'histoire de l'île Atlantide, rapportée par Diodore et Platon, ne peut s'appliquer qu'à une très-grande terre qui s'étendait fort au loin à l'occident de l'Espagne; cette terre Atlantide était très-peuplée, gouvernée par des rois puissants qui commandaient à plusieurs milliers de combattants, et cela nous indique assez positivement le voisinage de l'Amérique avec ces terres Atlantiques situées entre les deux continents. Nous avouerons néanmoins que la seule chose qui soit ici démontrée par le fait, c'est que les deux continents étaient réunis dans le temps de l'existence des éléphants dans les contrées septentrionales de l'un et de l'autre, et il y a, selon moi, beaucoup plus de probabilité pour cette continuité de l'Amérique avec l'Asie qu'avec l'Europe. Voici les faits et les observations sur lesquels je fonde cette opinion:

1° Quoiqu'il soit probable que les terres du Groënland tiennent à celles de l'Amérique, l'on n'en est pas assuré; car cette terre du Groënland en est séparée d'abord par le détroit de Davis, qui ne laisse pas d'être fort large, et ensuite par la baie de Baffin, qui l'est encore plus; cette baie s'étend jusqu'au soixante-dix-huitième degré, en sorte que ce n'est qu'au delà de ce terme que le Groënland et l'Amérique peuvent être contigus.

2° Le Spitzberg paraît être une continuité des terres de la côte orientale du Groënland, et il y a un assez grand intervalle de mer entre cette côte du Groënland et celle de la Laponie: ainsi l'on ne peut guère imaginer que les éléphants de Sibérie ou de Russie aient pu passer au Groenland. Il en est de même de leur passage par la bande de terre que l'on peut supposer entre la Norwége, l'Écosse, l'Islande et le Groënland: car cet intervalle nous présente des mers d'une largeur assez considérable; et d'ailleurs ces terres, ainsi que celles du Groënland, sont plus septentrionales que celles où l'on trouve les ossements d'éléphants, tant au Canada qu'en Sibérie: il n'est donc pas vraisemblable que ce soit par ce chemin, actuellement détruit de fond en comble, que ces animaux aient communiqué d'un continent à l'autre.

3° Quoique la distance de l'Espagne au Canada soit beaucoup plus grande que celle de l'Écosse au Groënland, cette route me paraîtrait la plus naturelle de toutes, si nous étions forcés d'admettre le passage des éléphants d'Europe en Amérique: car ce grand intervalle de mer entre l'Espagne et les terres voisines du Canada est prodigieusement raccourci par les bancs et les îles dont il est semé; et ce qui pourrait donner quelque probabilité de plus à cette présomption, c'est la tradition de la submersion de l'Atlantide.

4° L'on voit que de ces trois chemins, les deux premiers paraissent impraticables, et le dernier si long, qu'il y a peu de vraisemblance que les éléphants aient pu passer d'Europe en Amérique. En même temps il y a des raisons très-fortes qui me portent à croire que cette communication des éléphants d'un continent à l'autre a dû se faire par les contrées septentrionales de l'Asie, voisines de l'Amérique. Nous avons observé qu'en général toutes les côtes, toutes les pentes des terres, sont plus rapides vers les mers à l'occident, lesquelles, par cette raison, sont ordinairement plus profondes que les mers à l'Orient. Nous avons vu qu'au contraire tous les continents s'étendent en longues pentes douces vers ces mers de l'orient. On peut donc présumer avec fondement que les mers orientales au delà et au-dessus de Kamtschatka n'ont que peu de profondeur ; et l'on a déjà reconnu qu'elles sont semées d'une très-grande quantité d'îles, dont quelques-unes forment des terrains d'une vaste étendue ; c'est un archipel qui s'étend depuis Kamtschatka jusqu'à moitié de la distance de l'Asie à l'Amérique, sous le soixantième degré, et qui semble y toucher sous le cercle polaire par les îles d'Anadir et par la pointe du continent de l'Asie.

D'ailleurs, les voyageurs qui ont également fréquenté les côtes occidentales du nord de l'Amérique et les terres orientales depuis Kamtschatka jusqu'au nord de cette partie de l'Asie, conviennent que les naturels de ces deux contrées d'Amérique et d'Asie se ressemblent si fort, qu'on ne peut guère douter qu'ils ne soient issus les uns des autres : non-seulement ils se ressemblent par la taille, par la forme des traits, la couleur des cheveux et la conformation du corps et des membres, mais encore par les mœurs et même par le langage. Il y a donc une très-grande probabilité que c'est de ces terres de l'Asie que l'Amérique a reçu ses premiers habitants de toute espèce, à moins qu'on ne voulût prétendre que les éléphants et tous les autres animaux, ainsi que les végétaux, ont été créés en grand nombre dans tous les climats où la température pouvait leur convenir ; supposition hardie et plus que gratuite, puisqu'il suffit de deux individus ou même d'un seul, c'est-à-dire, d'un ou deux moules une fois donnés et doués de la faculté de se reproduire, pour qu'en un certain nombre de siècles, la terre se soit peuplée de tous les êtres organisés, dont la reproduction suppose ou non le concours des sexes.

En réfléchissant sur la tradition de la submersion de l'Atlantide, il m'a paru que les anciens Égyptiens, qui nous l'ont transmise, avaient des communications de commerce par le Nil et la Méditerranée jusqu'en Espagne et en Mauritanie, et que c'est par cette communication qu'ils auront été informés de ce fait, qui, quelque grand et quelque mémorable qu'il soit, ne serait pas parvenu à leur connaissance, s'ils n'étaient pas sortis de leur pays, fort éloigné du lieu de l'événement. Il semblerait donc que la Méditerranée, et même le détroit qui la joint à l'Océan, existaient avant la submersion de l'Atlantide : néanmoins l'ouverture du détroit pourrait bien être de la même date. Les causes qui ont produit l'affaissement subit de cette vaste terre ont dû s'étendre aux environs ; la même commotion qui l'a détruite a pu faire écrouler la petite portion de montagnes qui fermait autrefois le détroit ; les tremblements de terre qui, même de nos jours, se font encore sentir si violemment aux environs de Lisbonne, nous indiquent assez qu'ils ne sont que les derniers effets d'une ancienne et plus puissante cause à laquelle on peut attribuer l'affaissement de cette portion de montagnes.

Mais qu'était la Méditerranée avant la rupture de cette barrière du côté de l'Océan, et de celle qui fermait le Bosphore à son autre extrémité vers la mer Noire?

Pour répondre à cette question d'une manière satisfaisante, il faut réunir sous un même coup d'œil l'Asie, l'Europe et l'Afrique, ne les regarder que comme un seul continent, et se représenter la forme en relief de la surface de tout ce continent avec le cours de ses fleuves : il est certain que ceux qui tombent dans le lac Aral et dans la mer Caspienne ne fournissent qu'autant d'eau que ces lacs en perdent par l'évaporation ; il est encore certain que la mer Noire reçoit, en proportion de son étendue, beaucoup plus d'eau par les fleuves que n'en reçoit la Méditerranée : aussi la mer Noire se décharge-t-elle par le Bosphore de ce qu'elle a de trop ; tandis qu'au contraire la Méditerranée, qui ne reçoit qu'une petite quantité d'eau par les fleuves, en tire de l'Océan et de la mer Noire. Ainsi, malgré cette communication avec l'Océan, la mer Méditerranée et ces autres mers intérieures ne doivent être regardées que comme des lacs

dont l'étendue a varié, et qui ne sont pas aujourd'hui tels qu'ils étaient autrefois. La mer Caspienne devait être beaucoup plus grande et la Méditerranée plus petite avant l'ouverture des détroits du Bosphore et de Gibraltar; le lac Aral et la Caspienne ne faisaient qu'un seul grand lac, qui était le réceptacle commun du Volga, du Jaik, du Sirderoias, de l'Oxus et de toutes les autres eaux qui ne pouvaient arriver à l'Océan : ces fleuves ont amené successivement les limons et les sables qui séparent aujourd'hui la Caspienne de l'Aral; le volume d'eau a diminué dans ces fleuves à mesure que les montagnes dont ils entraînent les terres ont diminué de hauteur : il est donc très-probable que ce grand lac, qui est au centre de l'Asie, était anciennement encore plus grand, et qu'il communiquait avec la mer Noire avant la rupture du Bosphore; car, dans cette supposition, qui me paraît bien fondée, la mer Noire, qui reçoit aujourd'hui plus d'eau qu'elle ne pourrait en perdre par l'évaporation, étant alors jointe avec la Caspienne, qui n'en reçoit qu'autant qu'elle en perd, la surface de ces deux mers réunies était assez étendue pour que toutes les eaux amenées par les fleuves fussent enlevées par l'évaporation.

D'ailleurs, le Don et le Volga sont si voisins l'un de l'autre au nord de ces deux mers, qu'on ne peut guère douter qu'elles ne fussent réunies dans le temps où le Bosphore, encore fermé, ne donnait à leurs eaux aucune issue vers la Méditerranée : ainsi celles de la mer Noire et de ses dépendances étaient alors répandues sur toutes les terres basses qui avoisinent le Don, le Donjec, etc., et celles de la mer Caspienne couvraient les terres voisines du Volga, ce qui formait un lac plus long que large qui réunissait ces deux mers. Si l'on compare l'étendue actuelle du lac Aral, de la mer Caspienne et de la mer Noire, avec l'étendue que nous leur supposons dans le temps de leur continuité, c'est-à-dire avant l'ouverture du Bosphore, on sera convaincu que la surface de ces eaux étant alors plus que double de ce qu'elle est aujourd'hui, l'évaporation seule suffisait pour en maintenir l'équilibre sans débordement.

Ce bassin, qui était alors peut-être aussi grand que l'est aujourd'hui celui de la Méditerranée, recevait et contenait les eaux de tous les fleuves de l'intérieur du continent de l'Asie, lesquelles, par la position des montagnes, ne pouvaient s'écouler d'aucun côté pour se rendre dans l'Océan : ce grand bassin était le réceptacle commun des eaux du Danube, du Don, du Volga, du Jaik, du Sirderoias et de plusieurs autres rivières très-considérables qui arrivent à ces fleuves ou qui tombent immédiatement dans ces mers intérieures. Ce bassin, situé au centre du continent, recevait les eaux des terres de l'Europe dont les pentes sont dirigées vers le cours du Danube, c'est-à-dire de la plus grande partie de l'Allemagne, de la Moldavie, de l'Ukraine et de la Turquie d'Europe; il recevait de même les eaux d'une grande partie des terres de l'Asie au nord, par le Don, le Donjec, le Volga, le Jaik, etc., et au midi par le Sirderoias et l'Oxus, ce qui présente une très-vaste étendue de terre, dont toutes les eaux se versaient dans ce réceptacle commun; tandis que le bassin de la Méditerranée ne recevait alors que celles du Nil, du Rhône, du Pô, et de quelques autres rivières : de sorte qu'en comparant l'étendue des terres qui fournissent les eaux à ces derniers fleuves, on reconnaîtra évidemment que cette étendue est de moitié plus petite. Nous sommes donc bien fondés à présumer qu'avant la rupture du Bosphore et celle du détroit de Gibraltar, la mer Noire, réunie avec la mer Caspienne et l'Aral, formaient un bassin d'une étendue double de ce qu'il en reste; et qu'au contraire la Méditerranée était dans le même temps de moitié plus petite qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Tant que les barrières du Bosphore et de Gibraltar ont subsisté, la Méditerranée n'était donc qu'un lac d'assez médiocre étendue, dont l'évaporation suffisait à la recette des eaux du Nil, du Rhône et des autres rivières qui lui appartiennent; mais en supposant, comme les traditions semblent l'indiquer, que le Bosphore se soit ouvert le premier, la Méditerranée aura dès lors considérablement augmenté, et en même proportion que le bassin supérieur de la mer Noire et de la Caspienne aura diminué. Ce grand effet n'a rien que de très-naturel : car les eaux de la mer Noire, supérieures à celles de la Méditerranée, agissant continuellement par leur poids et par leur mouvement contre les terres qui fermaient le Bosphore, elles les auront minées par la base, elles en auront attaqué les endroits les plus faibles; ou peut-être auront-elles été amenées par quelque affaissement causé par un tremblement de terre, et s'étant une fois ouvert cette issue, elles auront inondé

toutes les terres inférieures, et causé le plus ancien déluge de notre continent : car il est nécessaire que cette rupture du Bosphore ait produit tout à coup une grande inondation permanente, qui a noyé dès ce premier temps toutes les plus basses terres de la Grèce et des provinces adjacentes, et cette inondation s'est en même temps étendue sur les terres qui environnaient anciennement le bassin de la Méditerranée, laquelle s'est dès lors élevée de plusieurs pieds et aura couvert pour jamais les basses terres de son voisinage, encore plus du côté de l'Afrique que de celui de l'Europe : car les côtes de la Mauritanie et de la Barbarie sont très basses en comparaison de celles de l'Espagne, de la France et de l'Italie, tout le long de cette mer. Ainsi le continent a perdu en Afrique et en Europe autant de terre qu'il en gagnait pour ainsi dire en Asie par la retraite des eaux entre la mer Noire, la Caspienne et l'Aral.

Ensuite il y a eu un second déluge lorsque la porte du détroit de Gibraltar s'est ouverte ; les eaux de l'Océan ont dû produire dans la Méditerranée une seconde augmentation et ont achevé d'inonder les terres qui n'étaient pas submergées. Ce n'est peut-être que dans ce second temps que s'est formé le golfe Adriatique, ainsi que la séparation de la Sicile et des autres îles. Quoi qu'il en soit, ce n'est qu'après ces deux grands événements que l'équilibre de ces deux mers intérieures a pu s'établir, et qu'elles ont pris leurs dimensions à peu près telles que nous les voyons aujourd'hui.

Au reste, l'époque de la séparation des deux grands continents, et même celle de la rupture de ces barrières de l'Océan et de la mer Noire, paraissent être bien plus anciennes que la date des déluges dont les hommes ont conservé la mémoire : celui de Deucalion n'est que d'environ quinze cents ans avant l'ère chrétienne, et celui d'Ogygès de dix-huit cents ans ; tous deux n'ont été que des inondations particulières, dont la première ravagea la Thessalie, et la seconde les terres de l'Attique ; tous deux n'ont été produits que par une cause particulière et passagère comme leurs effets ; quelques secousses d'un tremblement de terre ont pu soulever les eaux des mers voisines et les faire refluer sur les terres, qui auront été inondées pendant un petit temps sans être submergées à demeure. Le déluge de l'Arménie et de l'Egypte, dont la tradition s'est conservée chez les Égyptiens et les Hébreux, quoique plus ancien d'environ cinq siècles que celui d'Ogygès, est encore bien récent en comparaison des événements dont nous venons de parler, puisque l'on ne compte qu'environ quatre mille cent années depuis ce premier déluge, et qu'il est très-certain que le temps où les éléphants habitaient les terres du nord était bien antérieur à cette date moderne : car nous sommes assurés par les livres les plus anciens que l'ivoire se tirait des pays méridionaux ; par conséquent nous ne pouvons douter qu'il n'y ait plus de trois mille ans que les éléphants habitent les terres où ils se trouvent aujourd'hui. On doit donc regarder ces trois déluges, quelque mémorables qu'ils soient, comme des inondations passagères qui n'ont point changé la surface de la terre, tandis que la séparation des deux continents du côté de l'Europe n'a pu se faire qu'en submergeant à jamais les terres qui les réunissaient. Il en est de même de la plus grande partie des terrains actuellement couverts par les eaux de la Méditerranée ; ils ont été submergés pour toujours dès les temps où les portes se sont ouvertes aux deux extrémités de cette mer intérieure pour recevoir les eaux de la mer Noire et celles de l'Océan.

Ces événements, quoique postérieurs à l'établissement des animaux terrestres dans les contrées du nord, ont peut-être précédé leur arrivée dans les terres du midi ; car nous avons démontré, dans l'époque précédente, qu'il s'est écoulé bien des siècles avant que les éléphants de Sibérie aient pu venir en Afrique ou dans les parties méridionales de l'Inde. Nous avons compté dix mille ans pour cette espèce de migration, qui ne s'est faite qu'à mesure du refroidissement successif et fort lent des différents climats depuis le cercle polaire à l'équateur. Ainsi, la séparation des continents, la submersion des terres qui les réunissaient, celle des terrains adjacents à l'ancien lac de la Méditerranée, et enfin la séparation de la mer Noire, de la Caspienne et de l'Aral, quoique toutes postérieures à l'établissement de ces animaux dans les contrées du nord, pourraient bien être antérieures à la population des terres du midi, dont la chaleur trop grande alors ne permettait pas aux êtres sensibles de s'y habituer, ni même d'en approcher. Le soleil était encore l'ennemi de la nature dans ces régions brûlantes de leur

propre chaleur; et il n'en est devenu le père que quand cette chaleur intérieure de la terre s'est assez attiédie pour ne pas offenser la sensibilité des êtres qui nous ressemblent. Il n'y a peut-être pas cinq mille ans que les terres de la zone torride sont habitées, tandis qu'on en doit compter au moins quinze mille depuis l'établissement des animaux terrestres dans les contrées du nord.

Les hautes montagnes, quoique situées dans les climats les plus chauds, se sont refroidies peut-être aussi promptement que celles des pays tempérés, parce qu'étant plus élevées que ces dernières, elles forment des pointes plus éloignées de la masse du globe : l'on doit donc considérer qu'indépendamment du refroidissement général et successif de la terre depuis les pôles à l'équateur, il y a eu des refroidissements particuliers plus ou moins prompts dans toutes les montagnes et dans les terres élevées des différentes parties du globe, et que, dans le temps de sa trop grande chaleur, les seuls lieux qui fussent convenables à la nature vivante, ont été les sommets des montagnes et les autres terres élevées telles que celles de la Sibérie et de la haute Tartarie.

Lorsque toutes les eaux ont été établies sur le globe, leur mouvement d'orient en occident a escarpé les revers occidentaux de tous les continents pendant tout le temps qu'a duré l'abaissement des mers : ensuite ce même mouvement d'orient en occident a dirigé les eaux contre les pentes douces des terres orientales, et l'Océan s'est emparé de leurs anciennes côtes ; et de plus, il paraît avoir tranché toutes les pointes des continents terrestres, et avoir formé les détroits de Magellan à la pointe de l'Amérique, de Ceylan à la pointe de l'Inde, de Forbisher à celle du Groënland, etc.

C'est à la date d'environ dix mille ans, à compter de ce jour, en arrière, que je placerais la séparation de l'Europe et de l'Amérique ; et c'est à peu près dans ce même temps que l'Angleterre a été séparée de la France, l'Irlande de l'Angleterre, la Sicile de l'Italie, la Sardaigne de la Corse, et toutes deux du continent de l'Afrique : c'est peut-être aussi dans ce même temps que les Antilles, Saint-Domingue et Cuba ont été séparés du continent de l'Amérique. Toutes ces divisions particulières sont contemporaines ou de peu postérieures à la grande séparation des deux continents; la plupart même ne paraissent être que les suites nécessaires de cette grande division, laquelle, ayant ouvert une large route aux eaux de l'Océan, leur aura permis de refluer sur toutes les terres basses, d'en attaquer par leur mouvement les parties les moins solides, de les miner peu à peu, et de les trancher enfin jusqu'à les séparer des continents voisins.

On peut attribuer la division entre l'Europe et l'Amérique à l'affaissement des terres qui formaient autrefois l'Atlantide ; et la séparation entre l'Asie et l'Amérique (si elle existe réellement) supposerait un pareil affaissement dans les mers septentrionales de l'orient : mais la tradition ne nous a conservé que la mémoire de la submersion de la Taprobane, terre située dans le voisinage de la zone torride, et par conséquent trop éloignée pour avoir influé sur cette séparation des continents vers le nord. L'inspection du globe nous indique à la vérité qu'il y a eu des bouleversements plus grands et plus fréquents dans l'Océan indien que dans aucune autre partie du monde ; et que non-seulement il s'est fait de grands changements dans ces contrées par l'affaissement des cavernes, les tremblements de terre et l'action des volcans, mais encore par l'effet continuel du mouvement général des mers, qui, constamment dirigées d'orient en occident, ont gagné une grande étendue de terrain sur les côtes anciennes de l'Asie, et ont formé les petites mers intérieures de Kamtschatka, de la Corée, de la Chine, etc. Il paraît même qu'elles ont aussi noyé toutes les terres basses qui étaient à l'orient de ce continent; car si l'on tire une ligne depuis l'extrémité septentrionale de l'Asie, en passant par la pointe de Kamtschatka, jusqu'à la nouvelle Guinée, c'est-à-dire depuis le cercle polaire jusqu'à l'équateur, on verra que les îles Mariannes et celle des Calianos, qui se trouvent dans la direction de cette ligne sur une longueur de plus de deux cent cinquante lieues, sont les restes ou plutôt les anciennes côtes de ces vastes terres envahies par la mer : ensuite, si l'on considère les terres depuis celles du Japon à Formose, de Formose aux Philippines, des Philippines à la Nouvelle-Guinée, on sera porté à croire que le continent de l'Asie était autrefois contigu avec celui de la Nouvelle-Hollande, lequel s'aiguise et aboutit en pointe vers le midi, comme tous les autres grands continents.

Ces bouleversements si multipliés et si évi-

dents dans les mers méridionales, l'envahissement tout aussi évident des anciennes terres orientales par les eaux de ce même Océan, nous indiquent assez les prodigieux changements qui sont arrivés dans cette vaste partie du monde, surtout dans les contrées voisines de l'équateur : cependant ni l'une ni l'autre de ces grandes causes n'a pu produire la séparation de l'Asie et de l'Amérique vers le nord ; il semblerait au contraire que, si ces continents eussent été séparés au lieu d'être continus, les affaissements vers le midi et l'irruption des eaux dans les terres de l'orient auraient dû attirer celles du nord, et par conséquent découvrir la terre de cette région entre l'Asie et l'Amérique. Cette considération confirme les raisons que j'ai données ci-devant pour la contiguïté réelle des deux continents vers le nord en Asie.

Après la séparation de l'Europe et de l'Amérique, après la rupture des détroits, les eaux ont cessé d'envahir de grands espaces ; et dans la suite, la terre a plus gagné sur la mer qu'elle n'a perdu : car, indépendamment des terrains de l'intérieur de l'Asie nouvellement abandonnés par les eaux, tels que ceux qui environnent la Caspienne et l'Aral, indépendamment de toutes les côtes en pente douce que cette dernière retraite des eaux laissait à découvert, les grands fleuves ont presque tous formé des îles et de nouvelles contrées près de leurs embouchures. On sait que le Delta de l'Égypte, dont l'étendue ne laisse pas d'être considérable, n'est qu'un atterrissement produit par les dépôts du Nil. Il en est de même de la grande île à l'entrée du fleuve Amour, dans la mer orientale de la Tartarie chinoise. En Amérique, la partie méridionale de la Louisiane, près du fleuve Mississipi, et la partie orientale située à l'embouchure de la rivière des Amazones, sont des terres nouvellement formées par le dépôt de ces grands fleuves. Mais nous ne pouvons choisir un exemple plus grand d'une contrée récente que celui des vastes terres de la Guiane ; leur aspect nous rappellera l'idée de la nature brute, et nous présentera le tableau nuancé de la formation successive d'une terre nouvelle.

Dans une étendue de plus de cent vingt lieues, depuis l'embouchure de la rivière de Cayenne jusqu'à celle des Amazones, la mer, de niveau avec la terre, n'a d'autre fond que de la vase, et d'autres côtes qu'une couronne de bois aquatiques de *mangles* ou *palétuviers*, dont les racines, les tiges et les branches courbées trempent également dans l'eau salée, et ne présentent que des halliers aqueux qu'on ne peut pénétrer qu'en canot et la hache à la main. Ce fond de vase s'étend en pente douce à plusieurs lieues sous les eaux de la mer. Du côté de la terre, au delà de cette large lisière de palétuviers, dont les branches, plus inclinées vers l'eau qu'élevées vers le ciel, forment un fort qui sert de repaire aux animaux immondes, s'étendent encore des *savanes* noyées, plantées de *palmiers lataniers*, et jonchées de leurs débris : ces lataniers sont de grands arbres, dont à la vérité le pied est encore dans l'eau, mais dont la tête et les branches élevées et garnies de fruits invitent les oiseaux à s'y percher. Au delà des palétuviers et des lataniers, l'on ne trouve encore que des bois mous, des *comons*, des *pineaux*, qui ne croissent pas dans l'eau, mais dans les terrains bourbeux auxquels aboutissent les savanes noyées : ensuite commencent des forêts d'une autre essence : les terres s'élèvent en pente douce et marquent, pour ainsi dire, leur élévation par la solidité et la dureté des bois qu'elles produisent. Enfin, après quelques lieues de chemin en ligne directe depuis la mer, on trouve des collines dont les coteaux, quoique rapides, et même les sommets, sont également garnis d'une grande épaisseur de bonne terre, plantée partout d'arbres de tout âge, si pressés, si serrés les uns contre les autres, que leurs cimes entrelacées laissent à peine passer la lumière du soleil, et sous leur ombre épaisse entretiennent une humidité si froide, que le voyageur est obligé d'allumer du feu pour y passer la nuit; tandis qu'à quelque distance de ces sombres forêts, dans les lieux défrichés, la chaleur excessive pendant le jour est encore trop grande pendant la nuit. Cette vaste terre des côtes et de l'intérieur de la Guiane n'est donc qu'une forêt tout aussi vaste, dans laquelle des sauvages en petit nombre ont fait quelques clairières et de petits abattis, pour pouvoir s'y domicilier sans perdre la jouissance de la chaleur de la terre et de la lumière du jour.

La grande épaisseur de terre végétale qui se trouve jusque sur le sommet des collines démontre la formation récente de toute la contrée; elle l'est en effet au point qu'au-dessus de l'une de ces collines nommée la *Gabrielle*, on voit un petit lac peuplé de crocodiles *caymans*, que la mer y a laissés, à cinq ou six lieues de distance

et à six ou sept cents pieds de hauteur au-dessus de son niveau. Nulle part on ne trouve de la pierre calcaire; car on transporte de France la chaux nécessaire pour bâtir à Cayenne : ce qu'on appelle *pierre à ravets* n'est point une pierre, mais une lave de volcan, trouée comme les scories des forges; cette lave se présente en blocs épars, ou en monceaux irréguliers, dans quelques montagnes où l'on voit les bouches des anciens volcans qui sont actuellement éteints, parce que la mer s'est retirée et éloignée du pied de ces montagnes. Tout concourt donc à prouver qu'il n'y a pas longtemps que les eaux ont abandonné ces collines, et encore moins de temps qu'elles ont laissé paraître les plaines et les terres basses : car celles-ci ont été presque entièrement formées par le dépôt des eaux courantes. Les fleuves, les rivières, les ruisseaux sont si voisins les uns des autres, et en même temps si larges, si gonflés, si rapides dans la saison des pluies, qu'ils entraînent incessamment des limons immenses, lesquels se déposent sur toutes les terres basses et sur le fond de la mer en sédiments vaseux. Ainsi cette terre nouvelle s'accroîtra de siècle en siècle, tant qu'elle ne sera pas peuplée; car on doit compter pour rien le petit nombre d'hommes qu'on y rencontre. Ils sont encore, tant au moral qu'au physique, dans l'état de pure nature : ni vêtements, ni religion, ni société qu'entre quelques familles dispersées à de grandes distances, peut-être au nombre de trois ou quatre cents carbets dans une terre dont l'étendue est quatre fois plus grande que celle de la France.

Ces hommes, ainsi que la terre qu'ils habitent, paraissent être les plus nouveaux de l'univers : ils y sont arrivés des pays plus élevés, et dans des temps postérieurs à l'établissement de l'espèce humaine dans les hautes contrées du Mexique, du Pérou et du Chili; car, en supposant les premiers hommes en Asie, ils auront passé par la même route que les éléphants, et se seront, en arrivant, répandus dans les terres de l'Amérique septentrionale et du Mexique; ils auront ensuite aisément franchi les hautes terres au delà de l'isthme, et se seront établis dans celles du Pérou, et enfin ils auront pénétré jusque dans les contrées les plus reculées de l'Amérique méridionale. Mais n'est-il pas singulier que ce soit dans quelques-unes de ces dernières contrées qu'existent encore de nos jours les géants de l'espèce humaine, tandis qu'on n'y voit que des pygmées dans le genre des animaux? car on ne peut douter qu'on n'ait rencontré dans l'Amérique méridionale des hommes en grand nombre, tous plus grands, plus carrés, plus épais et plus forts que ne le sont tous les autres hommes de la terre. Les races de géants, autrefois si communes en Asie, n'y subsistent plus. Pourquoi se trouvent-elles en Amérique aujourd'hui? Ne pouvons-nous pas croire que quelques géants, ainsi que les éléphants, ont passé de l'Asie en Amérique, où s'étant trouvés, pour ainsi dire, seuls, leur race s'est conservée dans ce continent désert, tandis qu'elle a été entièrement détruite par le nombre des autres hommes dans les contrées peuplées? Une circonstance me paraît avoir concouru au maintien de cette ancienne race de géants dans le continent du nouveau monde; ce sont les hautes montagnes qui le partagent dans toute sa longueur et sous tous les climats. Or, on sait qu'en général les habitants des montagnes sont plus grands et plus forts que ceux des vallées ou des plaines. Supposant donc quelques couples de géants passés d'Asie en Amérique, où ils auront trouvé la liberté, la tranquillité, la paix, ou d'autres avantages que peut-être ils n'avaient pas chez eux, n'auront-ils pas choisi dans les terres de leur nouveau domaine celles qui leur convenaient le mieux, tant pour la chaleur que pour la salubrité de l'air et des eaux? Ils auront fixé leur domicile à une hauteur médiocre dans les montagnes; ils se seront arrêtés sous le climat le plus favorable à leur multiplication; et comme ils avaient peu d'occasions de se mésallier, puisque toutes les terres voisines étaient désertes, ou du moins tout aussi nouvellement peuplées par un petit nombre d'hommes bien inférieurs en force, leur race gigantesque s'est propagée sans obstacles et presque sans mélange : elle a duré et subsiste jusqu'à ce jour, tandis qu'il y a nombre de siècles qu'elle a été détruite, dans les lieux de son origine en Asie, par la très-grande et plus ancienne population de cette partie du monde.

Mais autant les hommes se sont multipliés dans les terres qui sont actuellement chaudes et tempérées, autant leur nombre a diminué dans celles qui sont devenues trop froides. Le nord du Groënland, de la Laponie, du Spitzberg, de la Nouvelle-Zemble, de la terre des Samoïèdes, aussi bien qu'une partie de celles qui avoisinent la mer Glaciale jusqu'à l'extrémité de l'Asie au

nord de Kamtschatka, sont actuellement désertes ou plutôt dépeuplées depuis un temps assez moderne. On voit même, par les cartes russes, que depuis les embouchures des fleuves Olenek, Lena et Jana, sous les soixante-treizième et soixante-quatorzième degrés, la route, tout le long des côtes de cette mer glaciale jusqu'à la terre des Tschutschis, était autrefois fort fréquentée, et qu'actuellement elle est impraticable, ou tout au moins si difficile, qu'elle est abandonnée. Ces mêmes cartes nous montrent que des trois vaisseaux partis en 1648 de l'embouchure commune des fleuves de Kolima et Olomon, sous le soixante-douzième degré, un seul a doublé le cap de la terre des Tschutschis sous le soixante-quinzième degré, et seul est arrivé, disent les mêmes cartes, aux îles d'Anadir, voisines de l'Amérique sous le cercle polaire. Mais autant je suis persuadé de la vérité de ces premiers faits, autant je doute de celle du dernier; car cette même carte, qui présente par une *suite de points* la route de ce vaisseau russe autour de la terre des Tschutschis, porte en même temps *en toutes lettres* qu'on ne connaît pas l'étendue de cette terre : or, quand même on aurait en 1648 parcouru cette mer et fait le tour de cette pointe de l'Asie, il est sûr que depuis ce temps les Russes, quoique très-intéressés à cette navigation pour arriver au Kamtschatka, et de là au Japon et à la Chine, l'ont entièrement abandonnée; mais peut-être aussi se sont-ils réservé pour eux seuls la connaissance de cette route autour de cette terre des Tschutschis, qui forme l'extrémité la plus septentrionale et la plus avancée du continent de l'Asie.

Quoi qu'il en soit, toutes les régions septentrionales au delà du soixante-seizième degré, depuis le nord de la Norwége jusqu'à l'extrémité de l'Asie, sont actuellement dénuées d'habitants, à l'exception de quelques malheureux que les Danois et les Russes ont établis pour la pêche, et qui seuls entretiennent un reste de population et de commerce dans ce climat glacé. Les terres du Nord, autrefois assez chaudes pour faire multiplier les éléphants et les hippopotames, s'étant déjà refroidies au point de ne pouvoir nourrir que des ours blancs et des rennes, seront, dans quelques milliers d'années, entièrement dénuées et désertes par les seuls effets du refroidissement. Il y a même de très-fortes raisons qui me portent à croire que la région de notre pôle qui n'a pas été reconnue ne le sera jamais : car ce refroidissement glacial me paraît s'être emparé du pôle jusqu'à la distance de sept ou huit degrés; et il est plus que probable que toute cette plage polaire, autrefois terre ou mer, n'est aujourd'hui que glace; et si cette présomption est fondée, le circuit et l'étendue de ces glaces, loin de diminuer, ne pourra qu'augmenter avec le refroidissement de la terre.

Or, si nous considérons ce qui se passe sur les hautes montagnes, même dans nos climats, nous y trouverons une nouvelle preuve démonstrative de la réalité de ce refroidissement, et nous en tirerons en même temps une comparaison qui me paraît frappante. On trouve au-dessus des Alpes, dans une longueur de plus de soixante lieues sur vingt, et même trente de largeur en certains endroits, depuis les montagnes de la Savoie et du canton de Berne jusqu'à celles du Tyrol, une étendue immense et presque continue de vallées, de plaines et d'éminences de glaces, la plupart sans mélange d'aucune autre matière, et presque toutes permanentes, et qui ne fondent jamais en entier. Ces grandes plages de glace, loin de diminuer dans leur circuit, augmentent et s'étendent de plus en plus; elles gagnent de l'espace sur les terres voisines et plus basses : ce fait est démontré par les cimes des grands arbres, et même par une pointe de clocher, qui sont enveloppés dans ces masses de glaces, et qui ne paraissent que dans certains étés très-chauds, pendant lesquels ces glaces diminuent de quelques pieds de hauteur; mais la masse intérieure, qui, dans certains endroits, est épaisse de cent toises, ne s'est pas fondue de mémoire d'homme. Il est donc évident que ces forêts et ce clocher enfouis dans ces glaces épaisses et permanentes, étaient ci-devant situés dans des terres découvertes, habitées, et par conséquent moins refroidies qu'elles ne le sont aujourd'hui; il est de même très-certain que cette augmentation successive de glaces ne peut être attribuée à l'augmentation de la quantité de vapeurs aqueuses, puisque tous les sommets des montagnes qui surmontent ces glacières ne sont point élevés, et se sont au contraire abaissés avec le temps et par la chute d'une infinité de rochers et de masses en débris qui ont roulé, soit au fond des glacières, soit dans les vallées inférieures. Dès lors l'agrandissement de ces contrées de glace est déjà, et sera

dans la suite la preuve la plus palpable du refroidissement successif de la terre, duquel il est plus aisé de saisir les degrés dans ces pointes avancées du globe que partout ailleurs : si l'on continue donc d'observer les progrès de ces glacières permanentes des Alpes, on saura dans quelques siècles combien il faut d'années pour que le froid glacial s'empare d'une terre actuellement habitée, et de là on pourra conclure si j'ai compté trop ou trop peu de temps pour le refroidissement du globe.

Maintenant, si nous transportons cette idée sur la région du pôle, nous nous persuaderons aisément que, non-seulement elle est entièrement glacée, mais même que le circuit et l'étendue de ces glaces augmente de siècle en siècle, et continuera d'augmenter avec le refroidissement du globe. Les terres du Spitzberg, quoiqu'à dix degrés du pôle, sont presque entièrement glacées, même en été; et par les nouvelles tentatives que l'on a faites pour approcher du pôle de plus près, il paraît qu'on n'a trouvé que des glaces, que je regarde comme les appendices de la grande glacière qui couvre cette région tout entière, depuis le pôle jusqu'à sept ou huit degrés de distance. Les glaces immenses reconnues par le capitaine Phipps à quatre-vingts et quatre-vingt et un degrés, et qui partout l'ont empêché d'avancer plus loin, semblent prouver la vérité de ce fait important; car l'on ne doit pas présumer qu'il y ait sous le pôle des sources et des fleuves d'eau douce qui puissent produire et amener ces glaces, puisqu'en toutes saisons ces fleuves seraient glacés. Il paraît donc que les glaces qui ont empêché ce navigateur intrépide de pénétrer au delà du quatre-vingt-deuxième degré, sur une longueur de plus de vingt-quatre degrés en longitude, il paraît, dis-je, que ces glaces continues forment une partie de la circonférence de l'immense glacière de notre pôle, produite par le refroidissement successif du globe. Et, si l'on veut supputer la surface de cette zone glacée depuis le pôle jusqu'au quatre-vingt-deuxième degré de latitude, on verra qu'elle est de plus de cent trente mille lieues carrées, et que par conséquent voilà déjà la deux-centième partie du globe envahie par le refroidissement et anéantie pour la nature vivante. Et, comme le froid est plus grand dans les régions du pôle austral, l'on doit présumer que l'envahissement des glaces y est aussi plus grand, puisqu'on en rencontre dans quelques-unes de ces plages australes dès le quarante-septième degré. Mais, pour ne considérer ici que notre hémisphère boréal, dont nous présumons que la glace a déjà envahi la centième partie, c'est-à-dire toute la surface de la portion de sphère qui s'étend depuis le pôle jusqu'à huit degrés ou deux cents lieues de distance, l'on sent bien que s'il était possible de déterminer le temps où ces glaces ont commencé de s'établir sur le point du pôle, et ensuite le temps de la progression successive de leur envahissement jusqu'à deux cents lieues, on pourrait en déduire celui de leur progression à venir, et connaître d'avance quelle sera la durée de la nature vivante dans tous les climats jusqu'à celui de l'équateur. Par exemple, si nous supposons qu'il y ait mille ans que la glace permanente a commencé de s'établir sous le point même du pôle, et que, dans la succession de ce millier d'années, les glaces se soient étendues autour de ce point jusqu'à deux cents lieues, ce qui fait la centième partie de la surface de l'hémisphère depuis le pôle à l'équateur, on peut présumer qu'il s'écoulera encore quatre-vingt-dix-neuf mille ans avant qu'elles puissent l'envahir dans toute cette étendue, en supposant uniforme la progression du froid glacial, comme l'est celle du refroidissement du globe; et ceci s'accorde assez avec la durée de quatre-vingt-treize mille ans que nous avons donnée à la nature vivante, à dater de ce jour, et que nous avons déduite de la seule loi du refroidissement. Quoi qu'il en soit, il est certain que les glaces se présentent de tous côtés, à huit degrés du pôle, comme des barrières et des obstacles insurmontables; car le capitaine Phipps a parcouru plus de la quinzième partie de cette circonférence vers le nord-est; et, avant lui, Baffin et Smith en avaient reconnu tout autant vers le nord-ouest, et partout ils n'ont trouvé que glace. Je suis donc persuadé que si quelques autres navigateurs aussi courageux entreprennent de reconnaître le reste de cette circonférence, ils la trouveront de même bornée partout par des glaces qu'ils ne pourront pénétrer ni franchir, et que par conséquent cette région du pôle est entièrement et à jamais perdue pour nous. La brume continuelle qui couvre ces climats, et qui n'est que de la neige glacée dans l'air, s'arrêtant, ainsi que toutes les autres vapeurs, contre les parois de ces côtes de glace, elle y forme de nouvelles couches et d'autres glaces, qui augmentent incessamment et s'éten-

dront toujours de plus en plus, à mesure que le globe se refroidira davantage.

Au reste, la surface de l'hémisphère boréal présentant beaucoup plus de terre que celle de l'hémisphère austral, cette différence suffit indépendamment des autres causes ci-devant indiquées, pour que ce dernier hémisphère soit plus froid que le premier; aussi trouve-t-on des glaces dès le quarante-septième et cinquantième degré dans les mers australes, au lieu qu'on n'en rencontre qu'à vingt degrés plus loin dans l'hémisphère boréal. On voit d'ailleurs que, sous notre cercle polaire, il y a moitié plus de terre que d'eau, tandis que tout est mer sous le cercle antarctique : l'on voit qu'entre notre cercle polaire et le tropique du Cancer, il y a plus de deux tiers de terre sur un tiers de mer, au lieu qu'entre le cercle polaire antarctique et le tropique du Capricorne, il y a peut-être quinze fois plus de mer que de terre. Cet hémisphère austral a donc été de tout temps, comme il l'est encore aujourd'hui, beaucoup plus aqueux et plus froid que le nôtre; et il n'y a pas d'apparence que passé le cinquantième degré l'on y trouve jamais des terres heureuses et tempérées. Il est donc presque certain que les glaces ont envahi une plus grande étendue sous le pôle antarctique, et que leur circonférence s'étend peut-être beaucoup plus loin que celle des glaces du pôle arctique. Ces immenses glacières des deux pôles, produites par le refroidissement, iront, comme la glacière des Alpes, toujours en augmentant. La postérité ne tardera pas à le savoir, et nous nous croyons fondés à le présumer d'après notre théorie et d'après les faits que nous venons d'exposer, auxquels nous devons ajouter celui des glaces permanentes qui se sont formées depuis quelques siècles contre la côte orientale du Groënland; on peut encore y joindre l'augmentation des glaces près de la Nouvelle-Zemble dans le détroit de Waighats, dont le passage est devenu plus difficile et presque impraticable; et enfin l'impossibilité où l'on est de parcourir la mer Glaciale au nord de l'Asie; car, malgré ce qu'en ont dit les Russes, il est très-douteux que les côtes de cette mer les plus avancées vers le nord aient été reconnues, et qu'ils aient fait le tour de la pointe septentrionale de l'Asie.

Nous voilà, comme je me le suis proposé, descendus du sommet de l'échelle du temps jusqu'à des siècles assez voisins du nôtre; nous avons passé du chaos de la lumière, de l'incandescence du globe à son premier refroidissement, et cette période de temps a été de vingt-cinq mille ans. Le second degré de refroidissement a permis la chute des eaux et a produit la dépuration de l'atmosphère depuis vingt-cinq à trente-cinq mille ans. Dans la troisième époque s'est fait l'établissement de la mer universelle, la production des premiers coquillages et des premiers végétaux, la construction de la surface de la terre par lits horizontaux, ouvrage de quinze ou vingt autres milliers d'années. Sur la fin de la troisième époque, et au commencement de la quatrième, s'est faite la retraite des eaux : les courants de la mer ont creusé nos vallons, et les feux souterrains ont commencé de ravager la terre par leurs explosions. Tous ces derniers mouvements ont duré dix mille ans de plus; et, en somme totale, ces grands événements, ces opérations et ces constructions supposent au moins une succession de soixante mille années. Après quoi, la nature, dans son premier moment de repos, a donné ses productions les plus nobles; la cinquième époque nous présente la naissance des animaux terrestres. Il est vrai que ce repos n'était pas absolu; la terre n'était pas encore tout à fait tranquille, puisque ce n'est qu'après la naissance des premiers animaux terrestres que s'est faite la séparation des continents et que sont arrivés les grands changements que je viens d'exposer dans la sixième époque.

Au reste, j'ai fait ce que j'ai pu pour proportionner dans chacune de ces périodes la durée du temps à la grandeur des ouvrages; j'ai tâché, d'après mes hypothèses, de tracer le tableau successif des grandes révolutions de la nature, sans néanmoins avoir prétendu la saisir à son origine, et encore moins l'avoir embrassée dans toute son étendue. Et mes hypothèses fussent-elles contestées, et mon tableau ne fût-il qu'une esquisse très-imparfaite de celui de la nature, je suis convaincu que tous ceux qui de bonne foi voudront examiner cette esquisse, et la comparer avec le modèle, trouveront assez de ressemblance pour pouvoir au moins satisfaire leurs yeux, et fixer leurs idées sur les plus grands objets de la philosophie naturelle.

—

SEPTIÈME ET DERNIÈRE ÉPOQUE.

LORSQUE LA PUISSANCE DE L'HOMME A SECONDÉ CELLE DE LA NATURE.

Les premiers hommes, témoins des mouvements convulsifs de la terre encore récents et très-fréquents, n'ayant que les montagnes pour asiles contre les inondations, chassés souvent de ces mêmes asiles par le feu des volcans, tremblants sur une terre qui tremblait sous leurs pieds, nus d'esprit et de corps, exposés aux injures de tous les éléments, victimes de la fureur des animaux féroces, dont ils ne pouvaient éviter de devenir la proie; tous également pénétrés du sentiment commun d'une terreur funeste, tous également pressés par la nécessité, n'ont-ils pas très-promptement cherché à se réunir, d'abord pour se défendre par le nombre, ensuite pour s'aider et travailler de concert à se faire un domicile et des armes? Ils ont commencé par aiguiser, en forme de haches, ces cailloux durs, ces jades, ces *pierres de foudre*, que l'on a crues tombées des nues et formées par le tonnerre, et qui néanmoins ne sont que les premiers monuments de l'art de l'homme dans l'état de pure nature : il aura bientôt tiré du feu de ces mêmes cailloux en les frappant les uns contre les autres : il aura saisi la flamme des volcans, ou profité du feu de leurs laves brûlantes pour le communiquer, pour se faire jour dans les forêts, les broussailles; car, avec le secours de ce puissant élément, il a nettoyé, assaini, purifié les terrains qu'il voulait habiter; avec la hache de pierre, il a tranché, coupé les arbres, menuisé le bois, façonné ses armes et les instruments de première nécessité. Et, après s'être munis de massues et d'autres armes pesantes et défensives, ces premiers hommes n'ont-ils pas trouvé le moyen d'en faire d'offensives plus légères, pour atteindre de loin? un nerf, un tendon d'animal, des fils d'aloès, ou l'écorce souple d'une plante ligneuse, leur ont servi de corde pour réunir les deux extrémités d'une branche élastique dont ils ont fait leur arc; ils ont aiguisé d'autres petits cailloux pour en armer la flèche. Bientôt ils auront eu des filets, des radeaux, des canots, et s'en sont tenus là tant qu'ils n'ont formé que de petites nations composées de quelques familles, ou plutôt de parents issus d'une même famille, comme nous le voyons encore aujourd'hui chez les sauvages qui veulent demeurer sauvages, et qui le peuvent, dans les lieux où l'espace libre ne leur manque pas plus que le gibier, le poisson et les fruits. Mais dans tous ceux où l'espace s'est trouvé confiné par les eaux, ou resserré par les hautes montagnes, ces petites nations, devenues trop nombreuses, ont été forcées de partager leur terrain entre elles, et c'est de ce moment que la terre est devenue le domaine de l'homme : il en a pris possession par ses travaux de culture, et l'attachement à la patrie a suivi de très-près les premiers actes de sa propriété. L'intérêt particulier faisant partie de l'intérêt national, l'ordre, la police et les lois ont dû succéder, et la société prendre de la consistance et des forces.

Néanmoins, ces hommes, profondément affectés des calamités de leur premier état, et ayant encore sous leurs yeux les ravages des inondations, les incendies des volcans, les gouffres ouverts par les secousses de la terre, ont conservé un souvenir durable et presque éternel de ces malheurs du monde : l'idée qu'il doit périr par un déluge universel ou par un embrasement général; le respect pour certaines montagnes sur lesquelles ils s'étaient sauvés des inondations; l'horreur pour ces autres montagnes qui lançaient des feux plus terribles que ceux du tonnerre; la vue de ces combats de la terre contre le ciel, fondement de la fable des Titans et de leurs assauts contre les dieux; l'opinion de l'existence réelle d'un être malfaisant, la crainte et la superstition qui en sont le premier produit; tous ces sentiments, fondés sur la terreur, se sont dès lors emparés à jamais du cœur et de l'esprit de l'homme : à peine est-il encore aujourd'hui rassuré par l'expérience des temps, par le calme qui a succédé à ces siècles d'orages, enfin par la connaissance des effets et des opérations de la nature; connaissance qui n'a pu s'acquérir qu'après l'établissement de quelque grande société dans les terres paisibles.

Ce n'est point en Afrique, ni dans les terres de l'Asie les plus avancées vers le midi, que les grandes sociétés ont pu d'abord se former; ces contrées étaient encore brûlantes et désertes : ce n'est point en Amérique, qui n'est évidemment, à l'exception de ses chaînes de montagnes, qu'une terre nouvelle; ce n'est pas même en Europe, qui n'a reçu que fort tard les lu-

mières de l'orient, que se sont établis les premiers hommes civilisés, puisqu'avant la fondation de Rome, les contrées les plus heureuses de cette partie du monde, telles que l'Italie, la France et l'Allemagne, n'étaient encore peuplées que d'hommes plus qu'à demi sauvages. Lisez Tacite, sur les mœurs des Germains; c'est le tableau de celles des Hurons, ou plutôt des habitudes de l'espèce humaine entière sortant de l'état de nature. C'est donc dans les contrées septentrionales de l'Asie que s'est élevée la tige des connaissances de l'homme; et c'est sur ce tronc de l'arbre de la science que s'est élevé le trône de sa puissance : plus il a su, plus il a pu; mais aussi, moins il a fait, moins il a su. Tout cela suppose les hommes actifs dans un climat heureux, sous un ciel pur pour l'observer, sur une terre féconde pour la cultiver, dans une contrée privilégiée, à l'abri des inondations, éloignée des volcans, plus élevée et par conséquent plus anciennement tempérée que les autres. Or, toutes ces conditions, toutes ces circonstances se sont trouvées réunies dans le centre du continent de l'Asie, depuis le quarantième degré de latitude jusqu'au cinquante-cinquième. Les fleuves qui portent leurs eaux dans la mer du Nord, dans l'Océan oriental, dans les mers du midi et dans la Caspienne, partent également de cette région élevée qui fait aujourd'hui partie de la Sibérie méridionale et de la Tartarie. C'est donc dans cette terre plus élevée, plus solide que les autres, puisqu'elle leur sert de centre, et qu'elle est éloignée de près de cinq cents lieues de tous les océans; c'est dans cette contrée privilégiée que s'est formé le premier peuple digne de porter ce nom, digne de tous nos respects, comme créateur des sciences, des arts et de toutes les institutions utiles. Cette vérité nous est également démontrée par les monuments de l'histoire naturelle et par les progrès presque inconcevables de l'ancienne astronomie. Comment des hommes si nouveaux ont-ils pu trouver la période *lunisolaire* de six cents ans? Je me borne à ce seul fait, quoiqu'on puisse en citer beaucoup d'autres tout aussi merveilleux et tout aussi constants. Ils savaient donc autant d'astronomie qu'en savait de nos jours *Dominique Cassini*, qui le premier a démontré la réalité et l'exactitude de cette période de six cents ans; connaissance à laquelle ni les Chaldéens, ni les Egyptiens, ni les Grecs, ne sont pas arrivés; connaissance qui suppose celle des mouvements précis de la lune et de la terre, et qui exige une grande perfection dans les instruments nécessaires aux observations; connaissance qui ne peut s'acquérir qu'après avoir tout acquis, laquelle n'étant fondée que sur une longue suite de recherches, d'études et de travaux astronomiques, suppose au moins deux ou trois mille ans de culture à l'esprit humain pour y parvenir.

Ce premier peuple a été très-heureux, puisqu'il est devenu très-savant; il a joui pendant plusieurs siècles de la paix, du repos, du loisir nécessaire à cette culture de l'esprit, de laquelle dépend le fruit de toutes les autres cultures. Pour se douter de la période de six cents ans, il fallait au moins douze cents ans d'observations; pour l'assurer comme fait certain, il en a fallu plus du double : voilà donc déjà trois mille ans d'études astronomiques; et nous n'en serons pas étonnés, puisqu'il a fallu ce même temps aux astronomes, en les comptant depuis les Chaldéens jusqu'à nous, pour reconnaître cette période; et ces premiers trois mille ans d'observations astronomiques n'ont-ils pas été nécessairement précédés de quelques siècles où la science n'était pas née? Six mille ans, à compter de ce jour, sont-ils suffisants pour remonter à l'époque la plus noble de l'histoire de l'homme, et même pour le suivre dans les premiers progrès qu'il a faits dans les arts et dans les sciences?

Mais malheureusement elles ont été perdues, ces hautes et belles sciences; elles ne nous sont parvenues que par débris trop informes pour nous servir autrement qu'à reconnaître leur existence passée. L'invention de la formule d'après laquelle les *Brames* calculent les éclipses, suppose autant de science que la construction de nos éphémérides, et cependant ces mêmes brames n'ont pas la moindre idée de la composition de l'univers, ils n'en ont que de fausses sur le mouvement, la grandeur et la position des planètes; ils calculent les éclipses sans en connaître la théorie, guidés comme des machines par une gamme fondée sur des formules savantes qu'ils ne comprennent pas, et que probablement leurs ancêtres n'ont point inventées, puisqu'ils n'ont rien perfectionné, et qu'ils n'ont pas transmis le moindre rayon de la science à leurs descendants: ces formules ne sont entre leurs mains que des méthodes de pratique; mais elles supposent des connaissances profondes dont ils n'ont pas les

éléments, dont ils n'ont pas même conservé les moindres vestiges, et qui par conséquent ne leur ont jamais appartenu. Ces méthodes ne peuvent donc venir que de cet ancien peuple savant, qui avait réduit en formules les mouvements des astres, et qui, par une longue suite d'observations, était parvenu non-seulement à la prédiction des éclipses, mais à la connaissance bien plus difficile de la période de six cents ans et de tous les faits astronomiques que cette connaissance exige et suppose nécessairement.

Je crois être fondé à dire que les Brames n'ont pas imaginé ces formules savantes, puisque toutes leurs idées physiques sont contraires à la théorie dont ces formules dépendent, et que s'ils eussent compris cette théorie même dans le temps qu'ils en ont reçu les résultats, ils eussent conservé la science, et ne se trouveraient pas réduits aujourd'hui à la plus grande ignorance, et livrés aux préjugés les plus ridicules sur le système du monde : car ils croient que la terre est immobile et appuyée sur la cime d'une montagne d'or; ils pensent que la lune est éclipsée par des dragons aériens, que les planètes sont plus petites que la lune, etc. Il est donc évident qu'ils n'ont jamais eu les premiers éléments de la théorie astronomique, ni même la moindre connaissance des principes que supposent les méthodes dont ils se servent. Mais je dois renvoyer ici à l'excellent ouvrage que M. Bailly vient de publier sur l'ancienne astronomie, dans lequel il discute à fond tout ce qui est relatif à l'origine et au progrès de cette science : on verra que ces idées s'accordent avec les miennes; et d'ailleurs il a traité ce sujet important avec une sagacité de génie et une profondeur d'érudition qui méritent des éloges de tous ceux qui s'intéressent au progrès des sciences.

Les Chinois, un peu plus éclairés que les Brames, calculent assez grossièrement les éclipses, et les calculent toujours de même depuis deux ou trois mille ans : puisqu'ils ne perfectionnent rien, ils n'ont jamais rien inventé; la science n'est donc pas plus née à la Chine qu'aux Indes. Quoique aussi voisins que les Indiens du premier peuple savant, les Chinois ne paraissent pas en avoir rien tiré, ils n'ont pas même ces formules astronomiques dont les Brames ont conservé l'usage, et qui sont néanmoins les premiers et grands monuments du savoir et du bonheur de l'homme. Il ne paraît pas non plus que les Chaldéens, les Perses, les Égyptiens et les Grecs aient rien reçu de ce premier peuple éclairé; car, dans ces contrées du Levant, la nouvelle astronomie n'est due qu'à l'opiniâtre assiduité des observateurs chaldéens, et ensuite aux travaux des Grecs, qu'on ne doit dater que du temps de la fondation de l'école d'Alexandrie. Néanmoins cette science était encore bien imparfaite après deux mille ans de nouvelle culture et même jusqu'à nos derniers siècles. Il me paraît donc certain que ce premier peuple, qui avait inventé et cultivé si heureusement et si longtemps l'astronomie, n'en a laissé que des débris et quelques résultats qu'on pouvait retenir de mémoire, comme celui de la période de six cents ans que l'historien Josèphe nous a transmise sans la comprendre.

La perte des sciences, cette première plaie faite à l'humanité par la hache de la barbarie, fut sans doute l'effet d'une malheureuse révolution qui aura détruit peut-être en peu d'années l'ouvrage et les travaux de plusieurs siècles; car nous ne pouvons douter que ce premier peuple, aussi puissant d'abord que savant, ne se soit longtemps maintenu dans sa splendeur, puisqu'il a fait de si grands progrès dans les sciences, et par conséquent dans tous les arts qu'exige leur étude. Mais il y a toute apparence que quand les terres situées au nord de cette heureuse contrée ont été trop refroidies, les hommes qui les habitaient, encore ignorants, farouches et barbares, auront reflué vers cette même contrée riche, abondante et cultivée par les arts; il est même assez étonnant qu'ils s'en soient emparés, et qu'ils y aient détruit non-seulement les germes, mais même la mémoire de toute science; en sorte que trente siècles d'ignorance ont peut-être suivi les trente siècles de lumière qui les avaient précédés. De tous ces beaux et premiers fruits de l'esprit humain, il n'en est resté que le marc; la métaphysique religieuse, ne pouvant être comprise, n'avait pas besoin d'étude, et ne devait ni s'altérer ni se perdre, que faute de mémoire, laquelle ne manque jamais dès qu'elle est frappée du merveilleux. Aussi cette métaphysique s'est-elle répandue de ce premier centre des sciences à toutes les parties du monde; les idoles de Calicut se sont trouvées les mêmes que celles de Séléginskoi. Les pèlerinages vers le grand Lama, établis à plus de deux mille lieues de distance; l'idée de

la métempsycose portée encore plus loin, adoptée comme article de foi par les Indiens, les Éthiopiens, les Atlantes; ces mêmes idées défigurées, reçues par les Chinois, les Perses, les Grecs, et parvenues jusqu'à nous : tout semble nous démontrer que la première souche et la tige commune des connaissances humaines appartient à cette terre de la Haute-Asie[1], et que les rameaux stériles ou dégénérés des nobles branches de cette ancienne souche se sont étendus dans toutes les parties de la terre, chez les peuples civilisés.

Et que pouvons-nous dire de ces siècles de barbarie qui se sont écoulés en pure perte pour nous? ils sont ensevelis pour jamais dans une nuit profonde; l'homme d'alors, replongé dans les ténèbres de l'ignorance, a, pour ainsi dire, cessé d'être homme. Car la grossièreté, suivie de l'oubli des devoirs, commence par relâcher les liens de la société, la barbarie achève de les rompre; les lois méprisées ou proscrites, les mœurs dégénérées en habitudes farouches; l'amour de l'humanité, quoique gravé en caractères sacrés, effacé dans les cœurs; l'homme enfin sans éducation, sans morale, réduit à mener une vie solitaire et sauvage, n'offre, au lieu de sa haute nature, que celle d'un être dégradé au-dessous de l'animal.

Néanmoins, après la perte des sciences, les arts utiles auxquels elles avaient donné naissance se sont conservés : la culture de la terre, devenue plus nécessaire à mesure que les hommes se trouvaient plus nombreux, plus serrés; toutes les pratiques qu'exige cette même culture, tous les arts que supposent la construction des édifices, la fabrication des idoles et des armes, la texture des étoffes, etc., ont survécu à la science; ils se sont répandus de proche en proche, perfectionnés de loin en loin; ils ont suivi le cours des grandes populations : l'ancien empire de la Chine s'est élevé le premier, et presque en même temps celui des Atlantes en Afrique; ceux du continent de l'Asie, celui de l'Égypte, de l'Éthiopie, se sont successivement établis; et enfin celui de Rome, auquel notre Europe doit son existence civile. Ce n'est donc que depuis environ trente siècles que la puissance de l'homme s'est réunie à celle de la nature, et s'est étendue sur la plus grande partie de la terre : les trésors de sa fécondité jusqu'alors étaient enfouis, l'homme les a mis au grand jour; ses autres richesses, encore plus profondément enterrées, n'ont pu se dérober a ses recherches, et sont devenues le prix de ses travaux. Partout, lorsqu'il s'est conduit avec sagesse, il a suivi les leçons de la nature, profité de ses exemples, employé ses moyens, et choisi dans son immensité tous les objets qui pouvaient lui servir ou lui plaire. Par son intelligence, les animaux ont été apprivoisés, subjugués, domptés, réduits à lui obéir à jamais; par ses travaux, les marais ont été desséchés, les fleuves contenus, leurs cataractes effacées, les forêts éclaircies, les landes cultivées; par sa réflexion, les temps ont été comptés, les espaces mesurés, les mouvements célestes reconnus, combinés, représentés, le ciel et la terre comparés, l'univers agrandi, et le Créateur dignement adoré; par son art émané de la science, les mers ont été traversées, les montagnes franchies, les peuples rapprochés, un nouveau monde découvert, mille autres terres isolées sont devenues son domaine; enfin la face entière de la terre porte aujourd'hui l'empreinte de la puissance de l'homme, laquelle, quoique subordonnée à celle de la nature, souvent a fait plus qu'elle, ou du moins l'a si merveilleusement secondée, que c'est à l'aide de nos mains qu'elle s'est développée dans toute son étendue, et qu'elle est arrivée par degrés au point de perfection et de magnificence où nous la voyons aujourd'hui.

Comparez en effet la nature brute à la nature cultivée[1], comparez les petites nations sauvages de l'Amérique avec nos grands peuples civilisés; comparez même celles de l'Afrique, qui ne le sont qu'à demi; voyez en même temps l'état des terres que ces nations habitent, vous jugerez aisément du peu de valeur de ces hommes par le peu d'impression que leurs mains ont faites sur le sol. Soit stupidité, soit paresse, ces hommes à demi bruts, ces nations non policées, grandes ou petites, ne font que peser sur le globe sans soulager la terre, l'affamer

[1] Les cultures, les arts, les bourgs épars dans cette région (dit le savant naturaliste M. Pallas) sont les restes encore vivants d'un empire ou d'une société florissante, dont l'histoire même est ensevelie avec ses cités, ses temples, ses armes, ses monuments, dont on déterre à chaque pas d'énormes débris; ces peuplades sont les membres d'une énorme nation à laquelle il manque une tête. (Voyage de Pallas en Sibérie, etc.)

[1] Voyez le discours qui a pour titre : *de la Nature*, première vue.

sans la féconder, détruire sans édifier, tout user sans rien renouveler. Néanmoins la condition la plus méprisable de l'espèce humaine n'est pas celle du sauvage, mais celle de ces nations au quart policées, qui de tout temps ont été les vrais fléaux de la nature humaine, et que les peuples civilisés ont encore peine à contenir aujourd'hui : ils ont, comme nous l'avons dit, ravagé la première terre heureuse, ils en ont arraché les germes du bonheur et détruit les fruits de la science. Et de combien d'autres invasions cette première irruption des Barbares n'a-t-elle pas été suivie! C'est de ces mêmes contrées du nord, où se trouvaient autrefois tous les biens de l'espèce humaine, qu'ensuite sont venus tous ses maux. Combien n'a-t-on pas vu de ces débordements d'animaux à face humaine, toujours venant du nord, ravager les terres du midi! Jetez les yeux sur les annales de tous les peuples, vous y compterez vingt siècles de désolation pour quelques années de paix et de repos.

Il a fallu six cents siècles à la nature pour construire ses grands ouvrages, pour attiédir la terre, pour en façonner la surface et arriver à un état tranquille : combien n'en faudra-t-il pas pour que les hommes arrivent au même point et cessent de s'inquiéter, de s'agiter et de s'entre-détruire? Quand reconnaîtront-ils que la jouissance paisible des terres de leur patrie suffit à leur bonheur? Quand seront-ils assez sages pour rabattre de leurs prétentions, pour renoncer à des dominations imaginaires, à des possessions éloignées, souvent ruineuses, ou du moins plus à charge qu'utiles? L'empire de l'Espagne, aussi étendu que celui de la France en Europe, et dix fois plus grand en Amérique, est-il dix fois plus puissant? l'est-il même autant que si cette fière et grande nation se fût bornée à tirer de son heureuse terre tous les biens qu'elle pouvait lui fournir? Les Anglais, ce peuple si sensé, si profondément pensant, n'ont-ils pas fait une grande faute en étendant trop loin les limites de leurs colonies? Les anciens me paraissent avoir eu des idées plus saines de ces établissements; ils ne projetaient des émigrations que quand leur population les surchargeait, et que leurs terres et leur commerce ne suffisaient plus à leurs besoins. Les invasions des Barbares, qu'on regarde avec horreur, n'ont-elles pas eu des causes encore plus pressantes lorsqu'ils se sont trouvés trop serrés dans des terres ingrates, froides et dénuées, et en même temps voisines d'autres terres cultivées, fécondes, et couvertes de tous les biens qui leur manquaient? Mais aussi que de sang ont coûté ces funestes conquêtes! que de malheurs, que de pertes les ont accompagnées et suivies!

Ne nous arrêtons pas plus longtemps sur le triste spectacle de ces révolutions de mort et de dévastation, toutes produites par l'ignorance; espérons que l'équilibre, quoique imparfait, qui se trouve actuellement entre les puissances des peuples civilisés, se maintiendra, et pourra même devenir plus stable, à mesure que les hommes sentiront mieux leurs véritables intérêts, qu'ils reconnaîtront le prix de la paix et du bonheur tranquille, qu'ils en feront le seul objet de leur ambition, que les princes dédaigneront la fausse gloire des conquérants, et mépriseront la petite vanité de ceux qui, pour jouer un rôle, les excitent à de grands mouvements.

Supposons donc le monde en paix, et voyons de plus près combien la puissance de l'homme pourrait influer sur celle de la nature. Rien ne paraît plus difficile, pour ne pas dire impossible, que de s'opposer au refroidissement successif de la terre, et de réchauffer la température d'un climat; cependant l'homme le peut faire et l'a fait. Paris et Québec sont à peu près sous la même latitude et à la même élévation sur le globe : Paris serait donc aussi froid que Québec, si la France et toutes les contrées qui l'avoisinent étaient aussi dépourvues d'hommes, aussi couvertes de bois, aussi baignées par les eaux que le sont les terres voisines du Canada. Assainir, défricher et peupler un pays, c'est lui rendre de la chaleur pour plusieurs milliers d'années, et ceci prévient la seule objection raisonnable que l'on puisse faire contre mon opinion, ou, pour mieux dire, contre le fait réel du refroidissement de la terre.

Selon votre système, me dira-t-on, toute la terre doit être plus froide aujourd'hui qu'elle ne l'était il y a deux mille ans; or, la tradition semble nous prouver le contraire. Les Gaules et la Germanie nourrissaient des élans, des loups-cerviers, des ours, et d'autres animaux qui se sont retirés depuis dans les pays septentrionaux : cette progression est bien différente de celle que vous leur supposez du nord au midi. D'ailleurs l'histoire nous apprend que tous les ans la rivière de la Seine était ordinairement

glacée pendant une partie de l'hiver : ces faits ne paraissent-ils pas être directement opposés au prétendu refroidissement du globe? Ils le seraient, je l'avoue, si la France et l'Allemagne d'aujourd'hui étaient semblables à la Gaule et à la Germanie ; si l'on n'eût pas abattu les forêts, desséché les marais, contenu les torrents, dirigé les fleuves et défriché toutes les terres trop couvertes et surchargées des débris mêmes de leurs productions. Mais ne doit-on pas considérer que la déperdition de la chaleur du globe se fait d'une manière insensible ; qu'il a fallu soixante-seize mille ans pour l'attiédir au point de la température actuelle ; et que, dans soixante-seize autres mille ans, il ne sera pas encore assez refroidi pour que la chaleur particulière de la nature vivante y soit anéantie? Ne faut-il pas comparer ensuite à ce refroidissement si lent le froid prompt et subit qui nous arrive des régions de l'air, se rappeler qu'il n'y a néanmoins qu'un trente-deuxième de différence entre le plus grand chaud de nos étés et le plus grand froid de nos hivers, et l'on sentira déjà que les causes extérieures influent beaucoup plus que la cause intérieure sur la température de chaque climat, et que, dans tous ceux où le froid de la région supérieure de l'air est attiré par l'humidité ou poussé par des vents qui le rabattent vers la surface de la terre, les effets de ces causes particulières l'emportent de beaucoup sur le produit de la cause générale? Nous pouvons en donner un exemple qui ne laissera aucun doute sur ce sujet, et qui prévient en même temps toute objection de cette espèce.

Dans l'immense étendue des terres de la Guiane, qui ne sont que des forêts épaisses où le soleil peut à peine pénétrer, où les eaux répandues occupent de grands espaces, où les fleuves, très-voisins les uns des autres, ne sont ni contenus ni dirigés, où il pleut continuellement pendant huit mois de l'année, l'on a commencé seulement depuis un siècle à défricher autour de Cayenne un très-petit canton de ces vastes forêts ; et déjà la différence de température dans cette petite étendue de terrain défriché, est si sensible, qu'on y éprouve trop de chaleur, même pendant la nuit, tandis que dans toutes les autres terres couvertes de bois il fait assez froid la nuit pour qu'on soit forcé d'allumer du feu. Il en est de même de la quantité et de la continuité des pluies : elles cessent plus tôt et commencent plus tard à Cayenne que dans l'intérieur des terres ; elles sont aussi moins abondantes et moins continues. Il y a quatre mois de sécheresse absolue à Cayenne, au lieu que, dans l'intérieur du pays, la saison sèche ne dure que trois mois, et encore y pleut-il tous les jours par un orage assez violent, qu'on appelle le *grain du midi*, parce que c'est vers le milieu du jour que cet orage se forme : de plus, il ne tonne presque jamais à Cayenne, tandis que les tonnerres sont violents et très-fréquents dans l'intérieur du pays, où les nuages sont noirs, épais et très-bas. Ces faits, qui sont certains, ne démontrent-ils pas qu'on ferait cesser ces pluies continuelles de huit mois, et qu'on augmenterait prodigieusement la chaleur dans toute cette contrée, si l'on détruisait les forêts qui la couvrent, si l'on y resserrait les eaux en dirigeant les fleuves, et si la culture de la terre, qui suppose le mouvement et le grand nombre des animaux et des hommes, chassait l'humidité froide et superflue, que le nombre infiniment trop grand des végétaux attire, entretient et répand?

Comme tout mouvement, toute action produit de la chaleur, et que tous les êtres doués du mouvement progressif sont eux-mêmes autant de petits foyers de chaleur, c'est de la proportion du nombre des hommes et des animaux à celui des végétaux, que dépend (toutes choses égales d'ailleurs) la température locale de chaque terre en particulier; les premiers répandent de la chaleur, les seconds ne produisent que de l'humidité froide. L'usage habituel que l'homme fait du feu ajoute beaucoup à cette température artificielle dans tous les lieux où il habite en nombre. A Paris, dans les grands froids, les thermomètres, au faubourg Saint-Honoré, marquent deux ou trois degrés de froid de plus qu'au faubourg Saint-Marceau, parce que le vent du nord se tempère en passant sur les cheminées de cette grande ville. Une seule forêt de plus ou de moins dans un pays suffit pour en changer la température : tant que les arbres sont sur pied ils attirent le froid, ils diminuent par leur ombrage la chaleur du soleil ; ils produisent des vapeurs humides qui forment des nuages et retombent en pluie d'autant plus froide qu'elle descend de plus haut : et si ces forêts sont abandonnées à la seule nature, ces mêmes arbres, tombés de vétusté, pourrissent froidement sur la terre, tandis qu'entre les mains de l'homme, ils servent d'aliment à l'élé-

ment du feu, et deviennent les causes secondaires de toute chaleur particulière. Dans les pays de prairies, avant la récolte des herbes, on a toujours des rosées abondantes, et très-souvent de petites pluies, qui cessent dès que ces herbes sont levées. Ces petites pluies deviendraient donc plus abondantes et ne cesseraient pas, si nos prairies, comme les savanes de l'Amérique, étaient toujours couvertes d'une même quantité d'herbes, qui, loin de diminuer, ne peut qu'augmenter par l'engrais de toutes celles qui se dessèchent et pourrissent sur la terre.

Je donnerais aisément plusieurs autres exemples, qui tous concourent à démontrer que l'homme peut modifier les influences du climat qu'il habite, et en fixer, pour ainsi dire, la température au point qu'il lui convient. Et, ce qu'il y a de singulier, c'est qu'il lui serait plus difficile de refroidir la terre que de la réchauffer: maître de l'élément du feu qu'il peut augmenter et propager à son gré, il ne l'est pas de l'élément du froid, qu'il ne peut saisir ni communiquer. Le principe du froid n'est pas même une substance réelle, mais une simple privation ou plutôt une diminution de chaleur, diminution qui doit être très-grande dans les hautes régions de l'air, et qui l'est assez à une lieue de distance de la terre pour y convertir en grêle et en neige les vapeurs aqueuses; car les émanations de la chaleur propre du globe suivent la même loi que toutes les autres quantités ou qualités physiques qui partent d'un centre commun; et leur intensité décroissant en raison inverse du carré de la distance, il paraît certain qu'il fait quatre fois plus froid à deux lieues qu'à une lieue de hauteur dans notre atmosphère, en prenant chaque point de la surface de la terre pour centre. D'autre part, la chaleur intérieure du globe est constante dans toutes les saisons à dix degrés au-dessus de la congélation : ainsi tout froid plus grand, ou plutôt toute chaleur moindre de dix degrés, ne peut arriver sur la terre que par la chute des matières refroidies dans la région supérieure de l'air, où les effets de cette chaleur propre du globe diminuent d'autant plus qu'on s'élève plus haut. Or, la puissance de l'homme ne s'étend pas si loin; il ne peut faire descendre le froid comme il fait monter le chaud; il n'a d'autre moyen pour se garantir de la trop grande ardeur du soleil que de créer de l'ombre : mais il est bien plus aisé d'abattre des forêts de la Guiane pour en réchauffer la terre humide, que d'en planter en Arabie pour en rafraîchir les sables arides; cependant une seule forêt dans le milieu de ces déserts brûlants suffirait pour les tempérer, pour y amener les eaux du ciel, pour rendre à la terre tous les principes de la fécondité, et par conséquent pour y faire jouir l'homme de toutes les douceurs d'un climat tempéré.

C'est de la différence de température que dépend la plus ou moins grande énergie de la nature; l'accroissement, le développement et la production même de tous les êtres organisés ne sont que des effets particuliers de cette cause générale : ainsi l'homme, en la modifiant, peut en même temps détruire ce qui lui nuit et faire éclore tout ce qui lui convient. Heureuses les contrées où tous les éléments de la température se trouvent balancés et assez avantageusement combinés pour n'opérer que de bons effets! Mais en est-il aucune qui, dès son origine, ait eu ce privilége? aucune où la puissance de l'homme n'ait pas secondé celle de la nature, soit en attirant ou détournant les eaux, soit en détruisant les herbes inutiles et les végétaux nuisibles ou superflus, soit en se conciliant les animaux utiles et les multipliant? Sur trois cents espèces d'animaux quadrupèdes et quinze cents espèces d'oiseaux qui peuplent la surface de la terre, l'homme en a choisi dix-neuf ou vingt [1]; et ces vingt espèces figurent seules plus grandement dans la nature et font plus de bien sur la terre que toutes les autres espèces réunies. Elles figurent plus grandement, parce qu'elles sont dirigées par l'homme, et qu'il les a prodigieusement multipliées : elles opèrent de concert avec lui tout le bien qu'on peut attendre d'une sage administration de forces et de puissance pour la culture de la terre, pour le transport et le commerce de ses productions, pour l'augmentation des subsistances, en un mot, pour tous les besoins, et même pour les plaisirs du seul maître qui puisse payer leurs services par ses soins.

Et dans ce petit nombre d'espèces d'animaux dont l'homme a fait choix, celles de la poule et du cochon, qui sont les plus fécondes, sont aussi les plus généralement répandues, comme

[1] L'éléphant, le chameau, le cheval, l'âne, le bœuf, la brebis, la chèvre, le cochon, le chien, le chat, le lama, la vigogne le buffle. Les poules, les oies, les dindons, les canards, les paons, les faisans, les pigeons.

si l'aptitude à la plus grande multiplication était accompagnée de cette vigueur de tempérament qui brave tous les inconvénients. On a trouvé la poule et le cochon dans les parties les moins fréquentées de la terre, à Otahiti et dans les autres îles de tout temps inconnues et les plus éloignées des continents : il semble que ces espèces aient suivi celle de l'homme dans toutes ses migrations. Dans le continent isolé de l'Amérique méridionale, où nul de nos animaux n'a pu pénétrer, on a trouvé le pécari et la poule sauvage, qui, quoique plus petits et un peu différents du cochon et de la poule de notre continent, doivent néanmoins être regardés comme espèces très-voisines, qu'on pourrait de même réduire en domesticité : mais l'homme sauvage n'ayant point d'idée de la société, n'a pas même cherché celle des animaux. Dans toutes les terres de l'Amérique méridionale, les Sauvages n'ont point d'animaux domestiques; ils détruisent indifféremment les bonnes espèces comme les mauvaises; ils ne font choix d'aucune pour les élever et les multiplier, tandis qu'une seule espèce féconde, comme celle du *hocco*, qu'ils ont sous la main, leur fournirait sans peine, et seulement avec un peu de soin, plus de substances qu'ils ne peuvent s'en procurer par leurs chasses pénibles.

Aussi le premier trait de l'homme qui commence à se civiliser, est l'empire qu'il sait prendre sur les animaux; et ce premier trait de son intelligence devient ensuite le plus grand caractère de sa puissance sur la nature : car ce n'est qu'après se les être soumis qu'il a, par leur secours, changé la face de la terre, converti les déserts en guérets et les bruyères en épis. En multipliant les espèces utiles d'animaux, l'homme augmente sur la terre la quantité de mouvement et de vie; il ennoblit en même temps la suite entière des êtres, et s'ennoblit lui-même en transformant le végétal en animal, et tous deux en sa propre substance, qui se répand ensuite par une nombreuse multiplication : partout il produit l'abondance, toujours suivie de la grande population; des millions d'hommes existent dans le même espace qu'occupaient autrefois deux ou trois cents sauvages; des milliers d'animaux, où il y avait à peine quelques individus; par lui et pour lui les germes précieux sont les seuls développés, les productions de la classe la plus noble les seules cultivées; sur l'arbre immense de la fécondité, les branches à fruit seules subsistantes et toutes perfectionnées.

Le grain dont l'homme fait son pain n'est point un don de la nature, mais le grand, l'utile fruit de ses recherches et de son intelligence dans le premier des arts; nulle part sur la terre on n'a trouvé du blé sauvage, et c'est évidemment une herbe perfectionnée par ses soins : il a donc fallu reconnaître et choisir entre mille et mille autres cette herbe précieuse; il a fallu la semer, la recueillir nombre de fois pour s'apercevoir de sa multiplication, toujours proportionnée à la culture et à l'engrais des terres. Et cette propriété, pour ainsi dire unique, qu'a le froment de résister, dans son premier âge, au froid de nos hivers, quoique soumis, comme toutes les plantes annuelles, à périr après avoir donné sa graine; et la qualité merveilleuse de cette graine qui convient à tous les hommes, à tous les animaux, à presque tous les climats, qui d'ailleurs se conserve longtemps sans altération, sans perdre la puissance de se reproduire; tout nous démontre que c'est la plus heureuse découverte que l'homme ait jamais faite, et que, quelque ancienne qu'on veuille la supposer, elle a néanmoins été précédée de l'art de l'agriculture, fondé sur la science et perfectionné par l'observation.

Si l'on veut des exemples plus modernes et même récents de la puissance de l'homme sur la nature des végétaux, il n'y a qu'à comparer nos légumes, nos fleurs et nos fruits avec les mêmes espèces telles qu'elles étaient il y a cent cinquante ans : cette comparaison peut se faire immédiatement et très-précisément en parcourant des yeux la grande collection de dessins coloriés, commencés dès le temps de Gaston d'Orléans, et qui se continue encore aujourd'hui au Jardin du Roi : on y verra peut-être avec surprise que les plus belles fleurs de ce temps, renoncules, œillets, tulipes, oreilles-d'ours, etc., seraient rejetées aujourd'hui, je ne dis pas par nos fleuristes, mais par les jardiniers de village. Ces fleurs, quoique déjà cultivées alors, n'étaient pas encore bien loin de leur état de nature : un simple rang de pétales, de longs pistils et des couleurs dures ou fausses, sans velouté, sans variété, sans nuances, tous caractères agrestes de la nature sauvage. Dans les plantes potagères, une seule espèce de chicorée et deux sortes de laitues, toutes deux assez mauvaises, tandis qu'aujourd'hui nous

pouvons compter plus de cinquante laitues et chicorées toutes très-bonnes au goût. Nous pouvons de même donner la date très-moderne de nos meilleurs fruits à pepins et à noyaux, tous différents de ceux des anciens, auxquels ils ne ressemblent que de nom. D'ordinaire les choses restent, et les noms changent avec le temps ; ici c'est le contraire, les noms sont demeurés et les choses ont changé : nos pêches, nos abricots, nos poires sont des productions nouvelles auxquelles on a conservé les vieux noms des productions antérieures. Pour n'en pas douter, il ne faut que comparer nos fleurs et nos fruits avec les descriptions ou plutôt les notices que les auteurs grecs et latins nous en ont laissées ; toutes leurs fleurs étaient simples, et tous leurs arbres fruitiers n'étaient que des sauvageons assez mal choisis dans chaque genre, dont les petits fruits, âpres ou secs, n'avaient ni la saveur ni la beauté des nôtres.

Ce n'est pas qu'il y ait aucune de ces bonnes et nouvelles espèces qui ne soit originairement issue d'un sauvageon ; mais combien de fois n'a-t-il pas fallu que l'homme ait tenté la nature pour en obtenir ces espèces excellentes ! combien de milliers de germes n'a-t-il pas été obligé de confier à la terre pour qu'elle les ait enfin produits ! Ce n'est qu'en semant, élevant, cultivant et mettant à fruit un nombre presque infini de végétaux de la même espèce, qu'il a pu reconnaître quelques individus portant des fruits plus doux et meilleurs que les autres : et cette première découverte, qui suppose déjà tant de soins, serait encore demeurée stérile à jamais s'il n'en eût fait une seconde, qui suppose autant de génie que la première exigeait de patience ; c'est d'avoir trouvé le moyen de multiplier par la greffe ces individus précieux, qui malheureusement ne peuvent faire une lignée aussi noble qu'eux, ni propager par eux-mêmes leurs excellentes qualités : et cela seul prouve que ce ne sont en effet que des qualités purement individuelles, et non des propriétés spécifiques ; car les pepins ou noyaux de ces excellents fruits ne produisent, comme les autres, que de simples sauvageons, et par conséquent ils ne forment pas des espèces qui en soient essentiellement différentes ; mais, au moyen de la greffe, l'homme a, pour ainsi dire, créé des espèces secondaires qu'il peut propager et multiplier à son gré. Le bouton ou la petite branche qu'il joint au sauvageon renferme cette qualité individuelle qui ne peut se transmettre par la graine, et qui n'a besoin que de se développer pour produire les mêmes fruits que l'individu dont on les a séparés pour les unir au sauvageon, lequel ne leur communique aucune de ses mauvaises qualités, parce qu'il n'a pas contribué à leur formation, qu'il n'est pas une mère, mais une simple nourrice, qui ne sert qu'à leur développement par la nutrition.

Dans les animaux, la plupart des qualités qui paraissent individuelles ne laissent pas de se transmettre et de se propager par la même voie que les propriétés spécifiques : il était donc plus facile à l'homme d'influer sur la nature des animaux que sur celle des végétaux. Les races, dans chaque espèce d'animal, ne sont que des variétés constantes qui se perpétuent par la génération, au lieu que, dans les espèces végétales, il n'y a point de races, point de variétés assez constantes pour être perpétuées par la reproduction. Dans les seules espèces de la poule et du pigeon, l'on a fait naître très-récemment de nouvelles races en grand nombre, qui toutes peuvent se propager d'elles-mêmes : tous les jours, dans les autres espèces, on élève, on ennoblit les races en les croisant ; de temps en temps on acclimate, on civilise quelques espèces étrangères ou sauvages. Tous ces exemples modernes et récents prouvent que l'homme n'a connu que tard l'étendue de sa puissance, et que même il ne la connaît pas encore assez ; elle dépend en entier de l'exercice de son intelligence : ainsi, plus il observera, plus il cultivera la nature, plus il aura de moyens pour se la soumettre, et plus de facilités pour tirer de son sein des richesses nouvelles, sans diminuer les trésors de son inépuisable fécondité.

Et que ne pourrait-il pas sur lui-même, je veux dire sur sa propre espèce, si la volonté était toujours dirigée par l'intelligence ! Qui sait jusqu'à quel point l'homme pourrait perfectionner sa nature, soit au moral, soit au physique ? Y a-t-il une seule nation qui puisse se vanter d'être arrivée au meilleur gouvernement possible, qui serait de rendre tous les hommes, non pas également heureux, mais moins inégalement malheureux, en veillant à leur conservation, à l'épargne de leurs sueurs et de leur sang par la paix, par l'abondance des subsistances, par les aisances de la vie et les facilités pour leur propagation ? Voilà le but moral de toute société qui chercherait à s'améliorer. Et pour

le physique, la médecine et les autres arts dont l'objet est de nous conserver, sont-ils aussi avancés, aussi connus que les arts destructeurs enfantés par la guerre? Il semble que de tout temps l'homme ait fait moins de réflexions sur le bien que de recherches pour le mal : toute société est mêlée de l'un et de l'autre; et comme de tous les sentiments qui affectent la multitude, la crainte est le plus puissant, les grands talents dans l'art de faire du mal ont été les premiers qui aient frappé l'esprit de l'homme; ensuite ceux qui l'ont amusé ont occupé son cœur; et ce n'est qu'après un trop long usage de ces deux moyens de faux honneur et de plaisir stérile, qu'enfin il a reconnu que sa vraie gloire est la science, et la paix son vrai bonheur.

NOTES JUSTIFICATIVES.

DES FAITS RAPPORTÉS DANS LES ÉPOQUES DE LA NATURE.

SUR LE PREMIER DISCOURS.

I. *La chaleur propre et intérieure de la Terre paraît augmenter à mesure que l'on descend.*

« Il ne faut pas creuser bien avant pour trouver « d'abord une chaleur constante et qui ne varie plus, « quelle que soit la température de l'air à la surface de « la Terre. On sait que la liqueur du thermomètre se « soutient toujours sensiblement pendant toute l'an- « née à la même hauteur dans les caves de l'Obser- « vatoire, qui n'ont pourtant que quatre-vingt- « quatre pieds ou quatorze toises de profondeur « depuis le rez-de-chaussée. C'est pourquoi l'on « fixe à ce point la hauteur moyenne ou tempérée « de notre climat. Cette chaleur se soutient encore « ordinairement et à peu de chose près la même, « depuis une semblable profondeur de quatorze ou « quinze toises jusqu'à soixante, quatre-vingts ou « cent toises et au delà, plus ou moins, selon les « circonstances, comme on l'éprouve dans les mi- « nes; après quoi elle augmente et devient quel- « quefois si grande, que les ouvriers ne sauraient « y tenir et y vivre, si on ne leur procurait pas « quelques rafraîchissements et un nouvel air, soit « par des *puits de respiration*, soit par des chutes « d'eau... M. de Gensanne a éprouvé dans les mi- « nes de Giromagny, à trois lieues de Béfort, que « le thermomètre étant porté à cinquante-deux « toises de profondeur verticale, se soutint à dix « degrés, comme dans les caves de l'Observatoire; « qu'à cent six toises de profondeur, il était à 10 ½ « degrés; qu'à cent cinquante-huit toises il monta « à 15 ½ degrés, et qu'à deux cent vingt-deux toises « de profondeur il s'éleva à 18 ½ degrés. » *Dissertation sur la glace, par M. de Mairan*, Paris, 1749, in-12, *pages 60 et suivantes.*

« Plus on descend à de grandes profondeurs dans « l'intérieur de la Terre, dit ailleurs M. de Gensanne, « plus on éprouve une chaleur sensible, qui va tou- « jours en augmentant à mesure qu'on descend « plus bas : cela est au point qu'à mille huit cents « pieds de profondeur au-dessous du sol du Rhin, « pris à Huningue en Alsace, j'ai trouvé que la cha- « leur est déjà assez forte pour causer à l'eau une « évaporation sensible. On peut voir le détail de « mes expériences à ce sujet dans la dernière édi- « tion de l'excellent *Traité de la glace*, de feu mon « illustre ami M. Dortous de Mairan. » *Histoire naturelle du Languedoc*, *tome I*, *page 24*.

« Tous les filons riches des mines de toute es- « pèce, dit M. Eller, sont dans les fentes perpendi- « culaires de la Terre, et l'on ne saurait déterminer « la profondeur de ces fentes : il y en a en Allema- « gne, où l'on descend au delà de six cents perches « (lachters)[1]; à mesure que les mineurs descen- « dent, ils rencontrent une température d'air tou- « jours plus chaude. » *Mémoire sur la génération des métaux*. Académie de Berlin, *année* 1753.

II. *La température de l'eau de la mer est à peu près égale à celle de l'intérieur de la Terre à la même profondeur.* « Ayant plongé un thermomè- « tre dans la mer, en différents lieux et en diffé- « rents temps, il s'est trouvé que la température « à dix, vingt, trente et cent vingt brasses, était « également de 10 degrés ou 10 ½ degrés. » Voyez l'*Histoire physique de la mer, par Marsigli, page 16*. M. de Mairan fait à ce sujet une remarque très-judicieuse : « C'est que les eaux les plus chaudes, « qui sont à la plus grande profondeur, doivent, « comme plus légères, continuellement monter « au-dessus de celles qui le sont le moins; ce qui « donnera à cette grande couche liquide du globe « terrestre une température à peu près égale, con- « formément aux observations de Marsigli, excepté « vers la superficie actuellement exposée aux im- « pressions de l'air, et où l'eau se gèle quelquefois « avant que d'avoir eu le temps de descendre par « son poids et son refroidissement. » *Dissertation sur la glace*, *page 69*.

III. *La lumière du Soleil ne pénètre tout au plus qu'à six cents pieds de profondeur dans l'eau de la mer.* Feu M. Bouguer, savant astronome, de l'Académie royale des Sciences, a observé qu'avec seize morceaux de verre ordinaire, dont on fait les vitres, appliqués les uns contre les autres, et faisant en tout une épaisseur de 9 ½ lignes, la lumière, passant au travers de ces seize

[1] On m'assure que le *lachter* est une mesure à peu près égale à la brasse de cinq pieds de longueur : ce qui donne trois mille pieds de profondeur à ces mines.

morceaux de verre, diminuait deux cent quarante-sept fois, c'est-à-dire qu'elle était deux cent quarante-sept fois plus faible qu'avant d'avoir traversé ces seize morceaux de verre. Ensuite il a placé soixante-quatorze morceaux de ce même verre à quelque distance les uns des autres dans un tuyau, pour diminuer la lumière du Soleil jusqu'à extinction : cet astre était à cinquante degrés de hauteur sur l'horizon, lorsqu'il fit cette expérience; et les soixante-quatorze morceaux de verre ne l'empêchaient pas de voir encore quelque apparence de son disque. Plusieurs personnes qui étaient avec lui voyaient aussi une faible lueur, qu'ils ne distinguaient qu'avec peine, et qui s'évanouissait aussitôt que leurs yeux n'étaient pas tout à fait dans l'obscurité; mais, lorsqu'on eut ajouté trois morceaux de verre aux soixante-quatorze premiers, aucun des assistants ne vit plus la moindre lumière; en sorte qu'en supposant quatre-vingts morceaux de ce même verre, on a l'épaisseur de verre nécessaire pour qu'il n'y ait plus aucune transparence par rapport aux vues même les plus délicates; et M. Bouguer trouve, par un calcul assez facile, que la lumière du Soleil est alors rendue neuf cent milliards de fois plus faible : aussi, toute matière transparente, qui par sa grande épaisseur fera diminuer la lumière du Soleil neuf cent milliards de fois, perdra dès lors toute sa transparence.

En appliquant cette règle à l'eau de mer, qui de toutes les eaux est la plus limpide, M. Bouguer a trouvé que, pour perdre toute sa transparence, il faut deux cent cinquante-six pieds d'épaisseur, attendu que, par une autre expérience, la lumière d'un flambeau avait diminué dans le rapport de quatorze à cinq, en traversant cent quinze pouces d'épaisseur d'eau de mer contenue dans un canal de neuf pieds sept pouces de longueur, et que par un calcul qu'on ne peut contester, elle doit perdre toute transparence à deux cent cinquante-six pieds. Ainsi, selon M. Bouguer, il ne doit passer aucune lumière sensible au delà de deux cent cinquante-six pieds dans la profondeur de l'eau. *Essai d'optique sur la gradation de la lumière*, Paris, 1729, *page* 85, in-12.

Cependant, il me semble que ce résultat de M. Bouguer s'éloigne encore beaucoup de la réalité : il serait à désirer qu'il eût fait ses expériences avec des masses de verre de différente épaisseur, et non pas avec des morceaux de verre mis les uns sur les autres; je suis persuadé que la lumière du Soleil aurait percé une plus grande épaisseur que celle de ces quatre-vingts morceaux, qui, tous ensemble, ne formaient que 47 ½ lignes, c'est-à-dire à peu près quatre pouces : or, quoique ces morceaux dont il s'est servi fussent de verre commun, il est certain qu'une masse solide de quatre pouces d'épaisseur de ce même verre n'aurait pas entièrement intercepté la lumière du Soleil, d'autant que je me suis assuré, par ma propre expérience, qu'une épaisseur de six pouces de verre blanc la laisse passer encore assez vivement, comme on le verra dans la note suivante. Je crois donc qu'on doit plus que doubler les épaisseurs données par M. Bouguer, et que la lumière du Soleil pénètre au moins à six cents pieds à travers l'eau de la mer : car il y a une seconde inattention dans les expériences de ce savant physicien, c'est de n'avoir pas fait passer la lumière du Soleil à travers son tuyau, rempli d'eau de mer, de neuf pieds sept pouces de longueur; il s'est contenté d'y faire passer la lumière d'un flambeau, et il en a conclu la diminution dans le rapport de quatorze à cinq : or, je suis persuadé que cette diminution n'aurait pas été si grande sur la lumière du Soleil, d'autant que celle du flambeau ne pouvait passer qu'obliquement, au lieu que celle du Soleil, passant directement, aurait été plus pénétrante par la seule incidence, indépendamment de sa pureté et de son intensité. Ainsi, tout bien considéré, il me paraît que pour approcher le plus près qu'il est possible de la vérité, on doit supposer que la lumière du Soleil pénètre dans le sein de la mer jusqu'à cent toises ou six cents pieds de profondeur, et la chaleur jusqu'à cent cinquante pieds. Ce n'est pas à dire pour cela qu'il ne passe encore au delà quelques atomes de lumière et de chaleur; mais seulement que leur effet serait absolument insensible, et ne pourrait être reconnu par aucun de nos sens.

IV. *La chaleur du Soleil ne pénètre peut-être pas à plus de cent cinquante pieds de profondeur dans l'eau de la mer.* Je crois être assuré de cette vérité, par une analogie tirée d'une expérience qui me paraît décisive : avec une loupe de verre massif, de vingt-sept pouces de diamètre sur six pouces d'épaisseur à son centre, je me suis aperçu, en couvrant la partie du milieu, que cette loupe ne brûlait, pour ainsi dire, que par les bords jusqu'à quatre pouces d'épaisseur, et que toute la partie la plus épaisse ne produisait presque point de chaleur; ensuite, ayant couvert toute cette loupe, à l'exception d'un pouce d'ouverture sur son centre, j'ai reconnu que la lumière du Soleil était si fort affaiblie, après avoir traversé cette épaisseur de six pouces de verre, qu'elle ne produisait aucun effet sur le thermomètre. Je suis donc bien fondé à présumer que cette même lumière, affaiblie par cent cinquante pieds d'épaisseur d'eau, ne donnerait pas un degré de chaleur sensible.

La lumière que la Lune réfléchit à nos yeux est certainement la lumière réfléchie du Soleil; cependant cette lumière n'a point de chaleur sensible, et même, lorsqu'on la concentre au foyer d'un miroir ardent, qui augmente prodigieusement la chaleur du Soleil, cette lumière réfléchie par la

Lune n'a point encore de chaleur sensible, et celle du Soleil n'aura pas plus de chaleur, dès qu'en traversant une certaine épaisseur d'eau, elle deviendra aussi faible que celle de la Lune. Je suis donc persuadé qu'en laissant passer les rayons du Soleil dans un large tuyau rempli d'eau, de cinquante pieds de longueur seulement, ce qui n'est que le tiers de l'épaisseur que j'ai supposée, cette lumière affaiblie ne produirait sur un thermomètre aucun effet, en supposant même la liqueur du thermomètre au degré de la congélation; d'où j'ai cru pouvoir conclure que, quoique la lumière du Soleil perce jusqu'à six cents pieds dans le sein de la mer, sa chaleur ne pénètre pas au quart de cette profondeur.

V. *Toutes les matières du globe sont de la nature du verre.* Cette vérité générale, que nous pouvons démontrer par l'expérience, a été soupçonnée par Leibnitz, philosophe dont le nom fera toujours grand honneur à l'Allemagne. *Sané plerisque creditum et a sacris etiam scriptoribus insinuatum est, conditos in abdito telluris ignis thesauros.... Adjuvant vultus; nam omnis ex fusione* SCORIÆ VITRI *est* GENUS..., *Talem vero esse globi nostri superficiem (neque enim ultrà penetrare nobis datum) reapsè experimur; omnes enim terræ et lapides igne vitrum reddunt.... nobis satis est admoto igne omnia terrestria in* VITRO FINIRI. *Ipsa magna telluris ossa nudæque illæ rupes atque immortales silices cùm tota ferè in vitrum abeant, quid nisi concreta sunt ex fusis olim corporibus et primò illâ magnâque vi quam in facilem adhuc materiam exercuit ignis naturæ.... cum igitur omnia quæ non avolant in auras tandem funduntur et speculorum imprimis urentium ope, vitri naturam sumant, hinc facilè intelliges vitrum esse velut* TERRÆ BASIN *et uataram ejus cæterorum plerumque corporum larvis latere.* G. G. Leibnitii *protogæa.* Goettingæ, 1749, *page 4 et 5.*

VI. *Toutes les matières terrestres ont le verre pour base, et peuvent être réduites en verre par le moyen du feu.* J'avoue qu'il y a quelques matières que le feu de nos fourneaux ne peut réduire en verre; mais, au moyen d'un bon miroir ardent, ces mêmes matières s'y réduiront : ce n'est point ici le lieu de rapporter les expériences faites avec les miroirs de mon invention, dont la chaleur est assez grande pour volatiliser ou vitrifier toutes les matières exposées à leur foyer. Mais il est vrai que jusqu'à ce jour l'on n'a pas encore eu des miroirs assez puissants pour réduire en verre certaines matières du genre vitrescible, tel que le cristal de roche, le *silex* ou la pierre à fusil; ce n'est donc pas que ces matières ne soient, par leur nature, réductibles en verre comme les autres, mais seulement qu'elles exigent un feu plus violent.

VII. *Les os et les défenses des anciens éléphants sont au moins aussi grands et aussi gros que ceux des éléphants actuels.* On peut s'en assurer par les descriptions et les dimensions qu'en a données M. Daubenton, à l'article de l'Éléphant. mais, depuis ce temps, on m'a envoyé une défense entière et quelques autres morceaux d'ivoire fossile, dont les dimensions excèdent de beaucoup la longueur et la grosseur ordinaire des defenses de l'éléphant : j'ai même fait chercher chez tous les marchands de Paris qui vendent de l'ivoire, on n'a trouvé aucune défense comparable à celle-ci, et il ne s'en est trouvé qu'une seule, sur un très-grand nombre, égale à celles qui nous sont venues de Sibérie, dont la circonférence est de dix-neuf pouces à la base. Les marchands appellent *ivoire cru* celui qui n'a pas été dans la terre, et que l'on prend sur les éléphants vivants, ou qu'on trouve dans les forêts avec les squelettes récents de ces animaux ; et ils donnent le nom d'*ivoire cuit* à celui qu'on tire de la terre, et dont la qualité se dénature plus ou moins par un plus ou moins long séjour, ou par la qualité plus ou moins active des terres où il a été renfermé. La plupart des défenses qui nous sont venues du nord sont encore d'un ivoire très-solide, dont on pourrait faire de beaux ouvrages : les plus grosses nous ont été envoyées par M. de l'Isle, astronome, de l'Académie royale des Sciences; il les a recueillies dans son voyage en Sibérie. Il n'y avait dans tous les magasins de Paris qu'une seule défense d'ivoire cru qui eût dix-neuf pouces de circonférence; toutes les autres étaient plus menues : cette grosse défense avait six pieds un pouce de longueur, et il paraît que celles qui sont au Cabinet du roi, et qui ont été trouvées en Sibérie, avaient plus de 6 pieds ½ lorsqu'elles étaient entières; mais, comme les extrémités en sont tronquées, on ne peut en juger qu'à peu près.

Et si l'on compare les os fémurs trouvés de même dans les terres du nord, ou s'assurera qu'ils sont au moins aussi longs et considérablement plus épais que ceux des éléphants actuels.

Au reste, nous avons, comme je l'ai dit, comparé exactement les os et les défenses qui nous sont venus de Sibérie, aux os et aux défenses d'un squelette d'éléphant, et nous avons reconnu évidemment que tous ces ossements sont des dépouilles de ces animaux. Les défenses venues de Sibérie ont non-seulement la figure, mais aussi la vraie structure de l'ivoire de l'éléphant, dont M. Daubenton donne la description dans les termes suivants :

« Lorsqu'une défense d'éléphant est coupée « transversalement, on voit au centre, ou à peu « près au centre, un point noir qui est appelé le « *cœur*; mais, si la défense a été coupée à l'endroit « de sa cavité, il n'y a au centre qu'un trou rond « ou ovale : on aperçoit des lignes courbes qui s'é- « tendent en sens contraire, depuis le centre à la

« circonférence, et qui, se croisant, forment de « petites losanges; il y a ordinairement à la circonférence une bande étroite et circulaire : les lignes « courbes se ramifient à mesure qu'elles s'éloignent du centre; et le nombre de ces lignes est « d'autant plus grand qu'elles approchent plus de la « circonférence : ainsi la grandeur des losanges est « presque partout à peu près la même. Leurs côtés, « ou au moins leurs angles, ont une couleur plus « vive que l'air, sans doute parce que leur substance est plus compacte : la bande de la circonférence est quelquefois composée de fibres droites « et transversales, qui aboutiraient au centre si « elles étaient prolongées; c'est l'apparence de ces « lignes et de ces points que l'on regarde comme le « grain de l'ivoire : on l'aperçoit dans tous les ivoires, mais il est plus ou moins sensible dans les « différentes défenses; et, parmi les ivoires dont le « grain est assez apparent pour qu'on leur donne « le nom d'*ivoire grenu*, il y en a que l'on appelle « *ivoire à gros grain*, pour le distinguer de l'ivoire « dont le grain est fin. » *Voyez, dans cette Histoire naturelle*, l'article de l'Éléphant, et les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1762.

VIII. *Le seul état de captivité aurait réduit ces éléphants au quart ou au tiers de leur grandeur.* Cela nous est démontré par la comparaison que nous avons faite du squelette entier d'un éléphant qui est au Cabinet du roi, et qui avait vécu seize ans dans la ménagerie de Versailles, avec les défenses des autres éléphants dans leur pays natal. Ce squelette et ces défenses, quoique considérables par la grandeur, sont certainement de moitié plus petits pour le volume que ne le sont les défenses et les squelettes de ceux qui vivent en liberté, soit dans l'Asie, soit en Afrique, et en même temps ils sont au moins de deux tiers plus petits que les ossements de ces mêmes animaux trouvés en Sibérie.

IX. *On trouve des défenses et des ossements d'éléphants, non-seulement en Sibérie, en Russie et au Canada, mais encore en Pologne, en Allemagne, en France, en Italie.* Indépendamment de tous les morceaux qui nous ont été envoyés de Russie et de Sibérie, et que nous conservons au Cabinet du roi, il y en a plusieurs autres dans les cabinets des particuliers de Paris; il y en a un grand nombre dans le *Museum* de Pétersbourg, comme on peut le voir dans le catalogue qui en a été imprimé dès l'année 1742 : il y en a de même dans le *Museum* de Londres, dans celui de Copenhague, et dans quelques autres collections, en Angleterre, en Allemagne et en Italie; on a même fait plusieurs ouvrages de tour avec cet ivoire trouvé dans les terres du nord; ainsi l'on ne peut douter de la grande quantité de ces dépouilles d'éléphant en Sibérie et en Russie.

M. Pallas, savant naturaliste, a trouvé dans son voyage en Sibérie, ces années dernières, une grande quantité d'ossements d'éléphants, et un squelette entier de rhinocéros, qui n'était enfoui qu'à quelques pieds de profondeur.

« On vient de découvrir des os monstrueux d'éléphants à Swijatoki, à dix-sept verstes de Pétersbourg; on les a tirés d'un terrain inondé depuis longtemps. On ne peut donc plus douter « de la prodigieuse révolution qui a changé le climat, les productions et les animaux de toutes « les contrées de la terre. Ces médailles naturelles « prouvent que les pays dévastés aujourd'hui par « la rigueur du froid ont eu autrefois tous les « avantages du midi. » *Journal de politique et de littérature*, 5 janvier 1776, article de *Pétersbourg*.

La découverte de squelettes et de défenses d'éléphants dans le Canada est assez récente, et j'en ai été informé des premiers par une lettre de feu M. Collinson, membre de la Société royale de Londres; voici la traduction de cette lettre :

« M. George Croghan nous a assuré que, dans « le cours de ses voyages, en 1765 et 1766, dans les « contrées voisines de la rivière d'*Ohio*, environ à « quatre milles sud-est de cette rivière, éloignée « de six cent quarante milles du fort de Quesne « (que nous appelons maintenant *Pitsburg*), il a vu, « aux environs d'un grand marais salé où les animaux sauvages s'assemblent en certains temps « de l'année, de grands os et de grosses dents, et « qu'ayant examiné cette place avec soin, il a découvert, sur un banc élevé du côté du marais, « un nombre prodigieux d'os de très-grands animaux, et que par la longueur et la forme de ces « os et de ces défenses, on doit conclure que ce « sont des os d'éléphants.

« Mais les grosses dents que je vous envoie, « monsieur, ont été trouvées avec ces défenses; « d'autres, encore plus grandes que celles-ci, paraissent indiquer et même démontrer qu'elles « n'appartiennent pas à des éléphants. Comment « concilier ce paradoxe? Ne pourrait-on pas supposer qu'il a existé autrefois un grand animal « qui avait les défenses de l'éléphant et les mâchelières de l'hippopotame? car ces grosses dents « mâchelières sont très-différentes de celles de l'éléphant. M. Croghan pense, d'après la grande « quantité de ces différentes sortes de dents, c'est-à-dire des défenses et des dents molaires qu'il a « observées dans cet endroit, qu'il y avait au moins « trente de ces animaux. Cependant les éléphants « n'étaient point connus en Amérique, et probablement ils n'ont pu y être apportés d'Asie : « l'impossibilité qu'ils ont à vivre dans ces contrées, « à cause de la rigueur des hivers, et où cependant « on trouve une si grande quantité de leurs os, fait

« encore un paradoxe que votre éminente sagacité « doit déterminer.

« M. Croghan a envoyé à Londres, au mois de « février 1767, les os et les dents qu'il avait ras« semblés dans les années 1765 et 1766 :

« 1° A mylord Shelburne, deux grandes défen« ses, dont une était bien entière et avait près de « sept pieds de long (six pieds sept pouces de « France); l'épaisseur était comme celle d'une dé« fense ordinaire d'un éléphant qui aurait cette « longueur;

« 2° Une mâchoire avec deux dents mâchelières « qui y tenaient, et outre cela plusieurs très-grosses « dents mâchelières séparées. Au docteur Franklin, « 1° trois défenses d'éléphant, dont une, d'environ « six pieds de long, était cassée par la moitié, gâtée « ou rongée au centre, et semblable à de la craie; « les autres étaient très-saines; le bout de l'une des « deux était aiguisé en pointe et d'un très-bel « ivoire;

« 2° Une petite défense d'environ trois pieds de « long, grosse comme le bras, avec les alvéoles qui « reçoivent les muscles et les tendons, qui étaient « d'une couleur marron luisante, lesquelles avaient « l'air aussi frais que si on venait de les tirer de la « tête de l'animal;

« 3° Quatre mâchelières, dont l'une des plus gran« des avait plus de largeur et un rang de pointes « de plus que celles que je vous ai envoyées. Vous « pouvez être assuré que toutes celles qui ont été « envoyées à mylord Shelburne et à M. Franklin « étaient de la même forme et avaient le même « émail que celles que je mets sous vos yeux.

« Le docteur Franklin a dîné dernièrement avec « un officier qui a rapporté de cette même place, « voisine de la rivière d'Ohio, une défense plus « blanche, plus luisante, plus unie que toutes les « autres, et une mâchelière encore plus grande que « toutes celles dont je viens de faire mention. » *Lettre de M. Collinson à M. de Buffon*, datée de Mill-hill, près de Londres, le 3 juillet 1767.

Extrait du journal du Voyage de M. Croghan, fait sur la rivière d'Ohio, et envoyé à M. Franklin, au mois de mai 1765.

« Nous avons passé la grande rivière de Miame, « et le soir nous sommes arrivés à l'endroit où l'on « a trouvé des os d'éléphants; il peut y avoir six cent « quarante milles de distance du fort Pitt. Dans la « matinée, j'allai voir la grande place marécageuse « où les animaux sauvages se rendent dans de cer« tains temps de l'année; nous arrivâmes à cet « endroit par une route battue par les bœufs sau« vages (*bisons*), éloigné d'environ quatre milles au « sud-est du fleuve Ohio. Nous vîmes de nos yeux « qu'il se trouve dans ces lieux une grande quan« tité d'ossements, les uns épars, les autres enter« rés à cinq ou six pieds sous terre, que nous vî« mes dans l'épaisseur du banc de terre qui borde « cette espèce de route. Nous trouvâmes là deux « défenses de six pieds de longueur, que nous trans« portâmes à notre bord, avec d'autres os et des « dents; et, l'année suivante, nous retournâmes au « même endroit, prendre encore un plus grand « nombre d'autres défenses et d'autres dents.

« Si M. de Buffon avait des doutes et des ques« tions à faire sur cela, je le prie, dit M. Collinson, « de me les envoyer; je ferais passer sa lettre à « M. Croghan, homme très-honnête et éclairé, qui « serait charmé de satisfaire à ses questions. » Ce petit mémoire était joint à la lettre que je viens de citer, et à laquelle je vais ajouter l'extrait de ce que M. Collinson m'avait écrit auparavant, au sujet de ces mêmes ossements trouvés en Amérique.

« Il y avait à environ un mille et demi de la ri« vière d'Ohio six squelettes monstrueux, enterrés « debout, portant des défenses de cinq à six pieds « de long, qui étaient de la forme et de la substance « des défenses d'éléphants; elles avaient trente « pouces de circonférence à la racine; elles allaient « en s'amincissant jusqu'à la pointe : mais on ne « peut pas bien connaître comment elles étaient « jointes à la mâchoire, parce qu'elles étaient bri« sées en pièces. Un fémur de ces mêmes animaux « fut trouvé bien entier; il pesait cent livres, et « avait 4 ½ pieds de long. Ces défenses et ces « os de la cuisse font voir que l'animal était d'une « prodigieuse grandeur. Ces faits ont été confirmés « par M. *Greenwood*, qui, ayant été sur les lieux, « a vu les six squelettes dans le marais salé; il a « de plus trouvé dans le même lieu de grosses « dents mâchelières, qui ne paraissent pas appar« tenir à l'éléphant, mais plutôt à l'hippopotame; « et il a rapporté quelques-unes de ces dents à « Londres, deux entre autres qui pesaient ensem« ble 9 ¾ livres. Il dit que l'os de la mâchoire avait « près de trois pieds de longueur, et qu'il était trop « lourd pour être porté par deux hommes : il avait « mesuré l'intervalle entre l'orbite des deux yeux, « qui était de dix-huit pouces. Une Anglaise faite « prisonnière par les Sauvages, et conduite à ce « marais salé, pour leur apprendre à faire du sel « en faisant évaporer l'eau, a déclaré se souvenir, « par une circonstance singulière, d'avoir vu ces « ossements énormes; elle racontait que trois Fran« çais, qui cassaient des noix, étaient tous trois as« sis sur un seul de ces grands os de la cuisse. »

Quelque temps après m'avoir écrit ces lettres, M. Collinson lut à la Société royale de Londres deux petits mémoires sur ce même sujet, et dans lesquels j'ai trouvé quelques faits de plus, que je vais rapporter, en y joignant un mot d'explication sur les choses qui en ont besoin.

« Le marais salé où l'on a trouvé les os d'élé-

« phants n'est qu'à quatre milles de distance des « bords de la rivière d'Ohio; mais il est éloigné « de plus de sept cents milles de la plus prochaine « côte de la mer. Il y avait un chemin frayé par « les bœufs sauvages (*bisons*), assez large pour deux « chariots de front, qui menait droit à la place de « ce grand marais salé, où ces animaux se ren« dent, aussi bien que toutes les espèces de cerfs « et de chevreuils, dans une certaine saison de « l'année, pour lécher la terre et boire de l'eau sa« lée... Les ossements d'éléphants se trouvent sous « une espèce de levée, ou plutôt sous la rive qui « entoure et surmonte le marais à cinq ou six « pieds de hauteur; on y voit un très-grand nom« bre d'os et de dents, qui ont appartenu à quel« ques animaux d'une grosseur prodigieuse; il y a « des défenses qui ont près de sept pieds de lon« gueur, et qui sont d'un très-bel ivoire : on ne « peut donc guère douter qu'elles n'aient appar« tenu à des éléphants. Mais ce qu'il y a de singu« lier, c'est que jusqu'ici l'on n'a trouvé parmi ces « défenses aucune dent molaire ou mâchelière d'é« léphant, mais seulement un grand nombre de « grosses dents, dont chacune porte cinq ou six « pointes mousses, lesquelles ne peuvent avoir ap« partenu qu'à quelque animal d'une énorme gran« deur; et ces grosses dents carrées n'ont point de « ressemblance aux mâchelières de l'éléphant, qui « sont aplaties et quatre ou cinq fois aussi larges « qu'épaisses; en sorte que ces grosses dents mo« laires ne ressemblent aux dents d'aucun animal « connu. » Ce que dit ici M. Collinson est très-vrai : ces grosses dents molaires diffèrent absolument des dents mâchelières de l'éléphant, et en les comparant à celles de l'hippopotame, auxquelles ces grosses dents ressemblent par leur forme carrée, on verra qu'elles en diffèrent aussi par leur grosseur, étant deux, trois et quatre fois plus volumineuses que les plus grosses dents des anciens hippopotames trouvées de même en Sibérie et au Canada, quoique ces dents soient elles-mêmes trois ou quatre fois plus grosses que celles des hippopotames actuellement existants. Toutes les dents que j'ai observées dans quatre têtes de ces animaux, qui sont au Cabinet du roi, ont la face qui broie creusée en forme de trèfle, et celles qui ont été trouvées au Canada et en Sibérie ont ce même caractère, et n'en diffèrent que par la grandeur; mais ces énormes dents à grosses pointes mousses diffèrent de celles de l'hippopotame creusées en trèfle, ont toujours quatre et quelquefois cinq rangs, au lieu que les plus grosses dents des hippopotames n'en ont que trois, comme on peut le voir en comparant les figures des *planches* 1, 3 et 4, avec celles de la *planche* 5. Il paraît donc certain que ces grosses dents n'ont jamais appartenu à l'éléphant ni à l'hippopotame : la différence de grandeur, quoique énorme, ne m'empêcherait pas de les regarder comme appartenant à cette dernière espèce, si tous les caractères de la forme étaient semblables, puisque nous connaissons, comme je viens de le dire, d'autres dents carrées trois ou quatre fois plus grosses que celles de nos hippopotames actuels, et qui néanmoins, ayant les mêmes caractères pour la forme, et particulièrement les creux en trèfle sur la face qui broie, sont certainement des dents d'hippopotames trois fois plus grands que ceux dont nous avons les têtes; et c'est de ces grosses dents (*planche* 3), qui sont vraiment des dents d'hippopotames, dont j'ai parlé, lorsque j'ai dit qu'il s'en trouvait également dans les deux continents aussi bien que des défenses d'éléphant : mais ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que non-seulement on a trouvé de vraies défenses d'éléphants et de vraies dents de gros hippopotames en Sibérie et au Canada, mais qu'on y a trouvé de même ces dents, beaucoup plus énormes, à grosses pointes mousses et à quatre rangs; je crois donc pouvoir prononcer avec fondement que cette très-grande espèce d'animal est perdue.

M. le comte de Vergennes, ministre et secrétaire-d'état, a eu la bonté de me donner, en 1770 la plus grosse de toutes ces dents, laquelle est représentée (*planche* 1 et 2); elle pèse onze livres quatre onces. Cette énorme dent molaire a été trouvée dans la Petite-Tartarie, en faisant un fossé. Il y avait d'autres os qu'on n'a pas recueillis, entre autres un os fémur dont il ne restait que la moitié bien entière, et la cavité de cette moitié contenait quinze pintes de Paris. M. l'abbé Chappe, de l'Académie des Sciences, nous a rapporté de Sibérie une autre dent toute pareille, mais moins grosse, et qui ne pèse que trois livres douze onces $\frac{1}{2}$. Enfin, la plus grosse de celles que M. Collinson m'avait envoyées, et qui est représentée, a été trouvée, avec plusieurs autres semblables, en Amérique, près de la rivière d'Ohio, et d'autres, qui nous sont venues de Canada, leur ressemblent parfaitement. L'on ne peut donc pas douter qu'indépendamment de l'éléphant et de l'hippopotame, dont on trouve également les dépouilles dans les deux continents, il n'y eût encore un autre animal commun aux deux continents, d'une grandeur supérieure à celle même des plus grands éléphants; car la forme carrée de ces énormes dents mâchelières prouve qu'elles étaient en nombre dans la mâchoire de l'animal; et quand on n'y en supposerait que six ou même quatre de chaque côté, on peut juger de l'énormité d'une tête qui aurait au moins seize dents mâchelières pesant chacune dix ou onze livres. L'éléphant n'en a que quatre, deux de chaque côté; elles sont aplaties, elles occupent tout l'espace de la mâchoire; et ces deux dents molaires de l'éléphant fort aplaties ne

surpassent que de deux pouces la largeur de la plus grosse dent carrée de l'animal inconnu, qui est du double plus épaisse que celles de l'éléphant. Ainsi tout nous porte à croire que cette ancienne espèce, qu'on doit regarder comme la première et la plus grande de tous les animaux terrestres, n'a subsisté que dans les premiers temps, et n'est pas parvenue jusqu'à nous; car un animal dont l'espèce serait plus grande que celle de l'éléphant ne pourrait se cacher nulle part sur la terre, au point de demeurer inconnu; et d'ailleurs, il est évident par la forme même de ces dents, par leur émail et par la disposition de leurs racines, qu'elles n'ont aucun rapport aux dents des cachalots ou autres cétacés, et qu'elles ont réellement appartenu à un animal terrestre dont l'espèce était plus voisine de celle de l'hippopotame que d'aucune autre.

Dans la suite du Mémoire que j'ai cité ci-dessus, M. Collinson dit que plusieurs personnes de la Société royale connaissent, aussi bien que lui, les défenses d'éléphant que l'on trouve tous les ans en Sibérie, sur les bords du fleuve Obi et des autres rivières de cette contrée. Quel système établira-t-on, ajoute-t-il, avec quelque degré de probabilité, pour rendre raison de ces dépôts d'ossements d'éléphants en Sibérie et en Amérique ? Il finit par donner l'énumération, les dimensions et le poids de toutes ces dents trouvées dans le marais salé de la rivière d'Ohio, dont la plus grosse dent carrée appartenait au capitaine *Ourry*, et pesait six livres et demie.

Dans le second petit Mémoire de M. Collinson, lu à la Société royale de Londres, le 10 décembre 1767, il dit que, s'étant aperçu qu'une des défenses trouvées dans le marais salé avait des stries près du gros bout, il avait eu quelque doute si ces stries étaient particulières ou non à l'espèce de l'éléphant; pour se satisfaire, il alla visiter le magasin d'un marchand qui fait commerce de dents de toute espèce, et qu'après les avoir bien examinées, il trouva qu'il y avait autant de défenses striées au gros bout que d'unies, et que par conséquent il ne faisait plus aucune difficulté de prononcer que ces défenses trouvées en Amérique ne fussent semblables à tous égards aux défenses des éléphants d'Afrique et d'Asie : mais, comme les grosses dents carrées trouvées dans le même lieu n'ont aucun rapport avec les dents molaires de l'éléphant, il pense que ce sont les restes de quelque animal énorme qui avait les défenses de l'éléphant avec des dents molaires particulières à son espèce, laquelle est d'une grandeur et d'une forme différente de celle d'aucun animal connu. *Voyez les Transactions philosophiques de l'année 1768.*

Dès l'année 1747, M. Fabri, qui avait fait de grandes courses dans le nord de la Louisiane et dans le sud du Canada, m'avait informé qu'il avait vu des têtes et des squelettes d'un animal quadrupède d'une grandeur énorme, que les sauvages appelaient le *père-aux-bœufs*, et que les os fémurs de ces animaux avaient cinq et jusqu'à six pieds de hauteur. Peu de temps après, et avant l'année 1767, quelques personnes à Paris avaient déjà reçu quelques-unes des grosses dents de l'animal inconnu, d'autres d'hippopotames, et aussi des ossements d'éléphants trouvés en Canada; le nombre en est trop considérable, pour qu'on puisse douter que ces animaux n'aient pas autrefois existé dans les terres septentrionales de l'Amérique, comme dans celles de l'Asie et de l'Europe.

Mais les éléphants ont aussi existé dans toutes les contrées tempérées de notre continent; j'ai fait mention des défenses trouvées en Languedoc, près de Simore, et de celles trouvées à Cominges en Gascogne; je dois y ajouter la plus belle et la plus grande de toutes, qui nous a été donnée en dernier lieu pour le Cabinet du roi, par M. le duc de la Rochefoucauld, dont le zèle pour le progrès des sciences est fondé sur les grandes connaissances qu'il a acquises dans tous les genres. Il a trouvé ce beau morceau en visitant, avec M. Desmarets, de l'Académie des Sciences, les campagnes aux environs de Rome. Cette défense était divisée en cinq fragments, que M. le duc de la Rochefoucauld fit recueillir : l'un de ces fragments fut soustrait par le crocheteur qui en était chargé, et il n'en est reste que quatre, lesquels ont environ huit pouces de diamètre; en les rapprochant, ils forment une longueur de sept pieds; et nous savons, par M. Desmarets, que le cinquième fragment, qui a été perdu, avait près de trois pieds : ainsi l'on peut assurer que la défense entière devait avoir environ dix pieds de longueur. En examinant les cassures, nous y avons reconnu tous les caractères de l'ivoire de l'éléphant; seulement cet ivoire, altéré par un long séjour dans la terre, est devenu léger et friable comme les autres ivoires fossiles.

M. Tozzetti, savant naturaliste d'Italie, rapporte qu'on a trouvé, dans les vallées de l'Arno, des os d'éléphants et d'autres animaux terrestres en grande quantité, et épars çà et là dans les couches de la terre; et il dit qu'on peut conjecturer que les éléphants étaient anciennement des animaux indigènes à l'Europe, et surtout à la Toscane. *Extrait d'une lettre du docteur Tozzetti*, journal étranger, mois de décembre 1755.

« On trouva, dit M. Coltellini, vers la fin du « mois de novembre 1759, dans un bien de cam- « pagne appartenant au marquis de Petrella, et si- « tué à Fusigliano dans le territoire de Cortone, « un morceau d'os d'éléphant incrusté, en grande « partie, d'une matière pierreuse... Ce n'est pas « d'aujourd'hui qu'on a trouvé de pareils os fossi- « les dans nos environs.

« Dans le cabinet de M. Galeotto Corrazzi, il y a « un autre grand morceau de défense d'éléphant « pétrifié, et trouvé ces dernières années dans les « environs de Cortone, au lieu appelé *la Selva*... « Ayant comparé ces fragments d'os avec un mor- « ceau de défenses d'éléphant, venu depuis peu d'A- « sie, on a trouvé qu'il y avait entre eux une res- « semblance parfaite.

« M. l'abbé Mearini m'apporta, au mois d'avril « dernier, une mâchoire entière d'éléphant qu'il « avait trouvée dans le district de Farneta, village « de ce diocèse. Cette mâchoire est pétrifiée en « grande partie, et surtout des deux côtés où l'in- « crustation pierreuse s'élève à la hauteur d'un « pouce, et a toute la dureté de la pierre.

« Je dois enfin à M. Muzio Angelieri Alticozzi, « gentilhomme de cette ville, un fémur presque « entier d'éléphant, qu'il a découvert lui-même « dans un de ses biens de campagne appelé *la Rota*, « situé dans le territoire de Cortone. Cet os, qui « est long d'une brasse de Florence, est aussi pé- « trifié, surtout dans l'extrémité supérieure qu'on « appelle la tête... » *Lettre de M. Louis Coltellini, de Cortone*, journal étranger, mois de juillet 1761.

X. *Ces grandes volutes pétrifiées, dont quelques-unes ont plusieurs pieds de diamètre.* La connaissance de toutes les pétrifications dont on ne trouve plus les analogues vivants supposerait une étude longue et une comparaison réfléchie de toutes les espèces de pétrifications qu'on a trouvées jusqu'à présent dans le sein de la terre; et cette science n'est pas encore fort avancée : cependant nous sommes assurés qu'il y a plusieurs de ces espèces, telles que les cornes d'ammon, les orthocératites, les pierres lenticulaires ou numismales, les bélemnites, les pierres judaïques, les anthropomorphites, etc., qu'on ne peut rapporter à aucune espèce actuellement subsistante. Nous avons vu des cornes d'ammon pétrifiées, de deux et trois pieds de diamètre; et nous avons été assurés, par des témoins dignes de foi, qu'on en a trouvé une, en Champagne, plus grande qu'une meule de moulin, puisqu'elle avait huit pieds de diamètre sur un pied d'épaisseur. On m'a même offert dans le temps de me l'envoyer; mais l'énormité du poids de cette masse, qui est d'environ huit milliers, et la grande distance de Paris, m'ont empêché d'accepter cette offre. On ne connaît pas plus les espèces d'animaux auxquels ont appartenu les dépouilles dont nous venons d'indiquer les noms; mais ces exemples, et plusieurs autres que je pourrais citer, suffisent pour prouver qu'il existait autrefois dans la mer plusieurs espèces de coquillages et de crustacés qui ne subsistent plus. Il en est de même de quelques poissons à écailles : la plupart de ceux qu'on trouve dans les ardoises et dans certains schistes ne ressemblent pas assez aux poissons qui nous sont connus, pour qu'on puisse dire qu'ils sont de telle ou telle espèce : ceux qui sont au Cabinet du roi, parfaitement conservés dans des masses de pierre, ne peuvent de même se rapporter précisément à nos espèces connues : il paraît donc que, dans tous les genres, la mer a autrefois nourri des animaux dont les espèces n'existent plus.

Mais, comme nous l'avons dit, nous n'avons jusqu'à présent qu'un seul exemple d'une espèce perdue dans les animaux terrestres, et il paraît que c'était la plus grande de toutes, sans même en excepter l'éléphant. Et, puisque les exemples des espèces perdues dans les animaux terrestres sont bien plus rares que dans les animaux marins, cela ne semble-t-il pas prouver encore que la formation des premiers est postérieure à celle de ces derniers?

NOTES SUR LA PREMIÈRE ÉPOQUE.

I. *Sur la matière dont le noyau des comètes est composé.* J'ai dit, dans l'article de *la Formation des Planètes*, vol. I, page 84, *que les comètes sont composées d'une matière très-solide et très-dense.* Ceci ne doit pas être pris comme une assertion positive et générale; car il doit y avoir de grandes différences entre la densité de telle ou telle comète, comme il y en a entre la densité des différentes planètes : mais on ne pourra déterminer cette différence de densité relative entre chacune des comètes, que quand on en connaîtra les périodes de révolution aussi parfaitement que l'on connaît les périodes des planètes. Une comète dont la densité serait seulement comme la densité de la planète de Mercure, double de celle de la Terre, et qui aurait à son périhélie autant de vitesse que la comète de 1680, serait peut-être suffisante pour chasser hors du Soleil toute la quantité de matière qui compose les planètes, parce que la matière de la comète étant dans ce cas huit fois plus dense que la matière solaire, elle communiquerait huit fois autant de mouvement, et chasserait une huit centième partie de la masse du Soleil aussi aisément qu'un corps dont la densité serait égale à celle de la matière solaire pourrait en chasser une centième partie.

II. *La Terre est élevée sous l'équateur et abaissée sous les pôles, dans la proportion juste et précise qu'exigent les lois de la pesanteur, combinées avec celles de la force centrifuge.* J'ai supposé, dans mon *Traité de la formation des Planètes*, vol. 1, page 92, que la différence des diamètres de la Terre était dans le rapport de cent soixante-quatorze à cent soixante-quinze, d'après la détermination faite par nos mathématiciens envoyés en Laponie et au Pérou; mais, comme ils ont supposé une courbe régulière à la Terre, j'ai

averti, page 93, que cette supposition était hypothétique, et par conséquent je ne me suis point arrêté à cette détermination. Je pense donc qu'on doit préférer le rapport de deux cent vingt-neuf à deux cent trente, tel qu'il a été déterminé par Newton, d'après sa théorie et les expériences du pendule, qui me paraissent être bien plus sûres que les mesures. C'est par cette raison que, dans les *Mémoires de la partie hypothétique*, j'ai toujours supposé que le rapport des deux diamètres du sphéroïde terrestre était de deux cent vingt-neuf à deux cent trente. M. le docteur Irving, qui a accompagné M. Phipps dans son voyage au Nord, en 1773, a fait des expériences très-exactes sur l'accélération du pendule au soixante-dix-neuvième degré cinquante minutes, et il a trouvé que cette accélération était de soixante-douze à soixante-treize secondes en vingt-quatre heures; d'où il conclut que le diamètre à l'équateur est à l'axe de la Terre comme deux cent douze à deux cent onze. Ce savant voyageur ajoute avec raison que son résultat approche de celui de Newton beaucoup plus que celui de M. de Maupertuis, qui donne le rapport de cent soixant-dix-huit à cent soixante-dix-neuf, et plus aussi que celui de M. Bradley, qui, d'après les observations de M. Campbell, donne le rapport de deux cent à deux cent un pour la différence des deux diamètres de la Terre.

III. *La mer, sur les côtes voisines de la ville de Caen en Normandie, a construit, et construit encore, par son flux et reflux, une espèce de* schiste *composé de lames minces et déliées, et qui se forment journellement par le sédiment des eaux.* Chaque marée montante apporte et répand sur tout le rivage un limon impalpable qui ajoute une nouvelle feuille aux anciennes, d'où résulte par la succession des temps un *schiste tendre* et feuilleté.

NOTES SUR LA SECONDE ÉPOQUE.

I. *La roche du globe et les hautes montagnes, dans leur intérieur et jusqu'à leur sommet, ne sont composées que de matières vitrescibles.* J'ai dit, dans la *Théorie de la Terre*, « que le globe « terrestre pourrait être vide dans son intérieur, « ou rempli d'une substance plus dense que toutes « celles que nous connaissons, sans qu'il nous fût « possible de le démontrer..., et qu'à peine pou-« vions-nous former sur cela quelques conjectures « raisonnables. » Mais lorsque j'ai écrit ce *Traité de la Théorie de la Terre*, en 1744, je n'étais pas instruit de tous les faits par lesquels on peut reconnaître que la densité du globe terrestre, prise généralement, est moyenne entre les densités du fer, des marbres, des grès, de la pierre et du verre, telle que je l'ai déterminée dans mon premier Mémoire; je n'avais pas fait alors toutes les expériences qui m'ont conduit à ce résultat; il me manquait aussi beaucoup d'observations, que j'ai recueillies dans ce long espace de temps. Ces expériences, toutes faites dans la même vue, et ces observations, nouvelles pour la plupart, ont étendu mes premières idées et m'en ont fait naître d'autres accessoires et même plus élevées; en sorte que ces *conjectures raisonnables*, que je soupçonnais dès lors qu'on pouvait former, me paraissent être devenues des inductions très-plausibles, desquelles il résulte que le globe de la Terre est principalement composé, depuis la surface jusqu'au centre, d'une matière vitreuse un peu plus dense que le verre pur; la Lune, d'une matière aussi dense que la pierre calcaire; Mars, d'une matière à peu près aussi dense que celle du marbre; Vénus, d'une matière un peu plus dense que l'émeri; Mercure, d'une matière un peu plus dense que l'étain; Jupiter, d'une matière moins dense que la craie; et Saturne, d'une matière presque aussi légère que la pierre ponce; et enfin, que les satellites de ces deux grosses planètes sont composés d'une matière encore plus légère que leur planète principale.

Il est certain que le centre de gravité du globe, ou plutôt du sphéroïde terrestre, coïncide avec son centre de grandeur, et que l'axe sur lequel il tourne passe par ces mêmes centres, c'est-à-dire par le milieu du sphéroïde, et que, par conséquent, il est de même densité dans toutes ses parties correspondantes. S'il en était autrement, et que le centre de grandeur ne coïncidât pas avec le centre de gravité, l'axe de rotation se trouverait alors plus d'un côté que de l'autre; et, dans les différentes hémisphères de la Terre, la durée de la révolution paraîtrait inégale. Or cette révolution est parfaitement la même pour tous les climats : ainsi, toutes les parties correspondantes du globe sont de la même densité relative.

Et, comme il est démontré, par son renflement à l'équateur et par sa chaleur propre, encore actuellement existante, que, dans son origine, le globe terrestre était composé d'une matière liquéfiée par le feu, qui s'est rassemblée par sa force d'attraction mutuelle, la réunion de cette matière en fusion n'a pu former qu'une sphère pleine, depuis le centre à la circonférence, laquelle sphère pleine ne diffère d'un globe parfait que par ce renflement sous l'équateur et cet abaissement sous les pôles, produits par la force centrifuge dès les premiers moments que cette masse encore liquide a commencé à tourner sur elle-même.

Nous avons démontré que le résultat de toutes les matières qui éprouvent la violente action du feu est l'état de vitrification; et, comme toutes se réduisent en verre plus ou moins pesant, il est nécessaire que l'intérieur du globe soit en effet une

matière vitrée, de la même nature que la roche vitreuse, qui fait partout le fond de sa surface au-dessous des argiles, des sables vitrescibles, des pierres calcaires et de toutes les autres matières qui ont été remuées, travaillées et transportées par les eaux.

Ainsi, l'intérieur du globe est une masse de matière vitrescible, peut-être spécifiquement un peu plus pesante que la roche vitreuse, dans les fentes de laquelle nous cherchons les métaux; mais elle est de même nature, et n'en diffère qu'en ce qu'elle est plus massive et plus pleine : il n'y a de vides et de cavernes que dans les couches extérieures, l'intérieur doit être plein : car ces cavernes n'ont pu se former qu'à la surface, dans le temps de la consolidation et du premier refroidissement. Les fentes perpendiculaires qui se trouvent dans les montagnes ont été formées presque en même temps, c'est-à-dire lorsque les matières se sont resserrées par le refroidissement : toutes ces cavités ne pouvaient se faire qu'à la surface, comme l'on voit, dans une masse de verre ou de minéral fondu, les éminences et les trous se présenter à la superficie, tandis que l'intérieur du bloc est solide et plein.

Indépendamment de cette cause générale de la formation des cavernes et des fentes à la surface de la terre, la force centrifuge était une autre cause qui, se combinant avec celle du refroidissement, a produit dans le commencement de plus grandes cavernes, et de plus grandes inégalités dans les climats où elle agissait le plus puissamment. C'est par cette raison que les plus hautes montagnes et les plus grandes profondeurs se sont trouvées voisines des tropiques et de l'équateur; c'est par la même raison qu'il s'est fait dans ces contrées méridionales plus de bouleversements que nulle part ailleurs. Nous ne pouvons déterminer le point de profondeur auquel les couches de la terre ont été boursouflées par le feu et soulevées en cavernes; mais il est certain que cette profondeur doit être bien plus grande à l'équateur que dans les autres climats, puisque le globe, avant sa consolidation, s'y est élevé de six lieues un quart de plus que sous les pôles. Cette espèce de croûte ou de calotte va toujours en diminuant d'épaisseur depuis l'équateur, et se termine à rien sous les pôles; la matière qui compose cette croûte est la seule qui ait été déplacée dans le temps de la liquéfaction, et refoulée par l'action de la force centrifuge; le reste de la matière qui compose l'intérieur du globe est demeuré fixe dans son assiette, et n'a subi ni changement, ni soulèvement, ni transport : les vides et les cavernes n'ont donc pu se former que dans cette croûte extérieure; elles se sont trouvées d'autant plus grandes et plus fréquentes, que cette croûte était plus épaisse, c'est-à-dire plus voisine de l'équateur. Aussi les plus grands affaissements se sont faits et se feront encore dans les parties méridionales, où se trouvent de même les plus grandes inégalités de la surface du globe, et, par la même raison, le plus grand nombre de cavernes, de fentes et de mines métalliques qui ont rempli ces fentes dans le temps de leur fusion ou de leur sublimation.

L'or et l'argent, qui ne font qu'une quantité, pour ainsi dire, infiniment petite en comparaison de celle des autres matières du globe, ont été sublimés en vapeurs, et se sont séparés de la matière vitrescible commune, par l'action de la chaleur, de la même manière que l'on voit sortir d'une plaque d'or ou d'argent exposée au foyer d'un miroir ardent des particules qui s'en séparent par la sublimation, et qui dorent ou argentent les corps que l'on expose à cette vapeur métallique : ainsi l'on ne peut pas croire que ces métaux, susceptibles de sublimation, même à une chaleur médiocre, puissent être entrés en grande partie dans la composition du globe, ni qu'ils soient placés à de grandes profondeurs dans son intérieur. Il en est de même de tous les autres métaux et minéraux, qui sont encore plus susceptibles de se sublimer par l'action de la chaleur; et à l'égard des sables vitrescibles et des argiles, qui ne sont que les détriments des scories vitrées dont la surface du globe était couverte immédiatement après le premier refroidissement, il est certain qu'elles n'ont pu se loger dans l'intérieur, et qu'elles pénètrent tout au plus aussi bas que les filons métalliques, dans les fentes et dans les autres cavités de cette ancienne surface de la Terre, maintenant recouverte par toutes les matières que les eaux ont déposées.

Nous sommes donc bien fondés à conclure que le globe de la terre n'est dans son intérieur qu'une masse solide de matière vitrescible, sans vides, sans cavités, et qu'il ne s'en trouve que dans les couches qui soutiennent celles de sa surface; que, sous l'équateur et dans les climats méridionaux, ces cavités ont été et sont encore plus grandes que dans les climats tempérés ou septentrionaux, parce qu'il y a eu deux causes qui les ont produites sous l'équateur, savoir : la force centrifuge et le refroidissement; au lieu que, sous les pôles, il n'y a eu que la seule cause du refroidissement : en sorte que, dans les parties méridionales, les affaissements ont été bien plus considérables, les inégalités plus grandes, les fentes perpendiculaires plus fréquentes, et les mines des métaux précieux plus abondantes.

II. *Les fentes et les cavités des éminences du globe terrestre ont été incrustées, et quelquefois remplies par les substances métalliques que nous y trouvons aujourd'hui.*

« Les veines métalliques, dit M. Eller, se trouvent seulement dans les endroits élevés, en une longue suite de montagnes : cette chaîne de montagnes suppose toujours pour son soutien une

« base de *roche dure*. Tant que ce roc conserve sa « continuité, il n'y a guère apparence qu'on y dé« couvre quelques filons métalliques; mais quand « on rencontre des crevasses ou des fentes, on es« père d'en découvrir. Les physiciens minéralogis« tes ont remarqué qu'en Allemagne la situation la « plus favorable est lorsque la chaîne de monta« gnes, s'élevant petit à petit, se dirige vers le sud« est, et qu'ayant atteint sa plus grande élévation, « elle descend insensiblement vers le nord-ouest...

« C'est ordinairement un *roc sauvage*, dont l'é« tendue est quelquefois presque sans bornes, mais « qui est fendu et entr'ouvert en divers endroits, « qui contient les métaux quelquefois purs, mais « presque toujours minéralisés : ces fentes sont ta« pissées pour l'ordinaire d'une terre blanche et « luisante, que les mineurs appellent *quartz*, et « qu'ils nomment *spath* lorsque cette terre est plus « pesante, mais mollasse et feuilletée à peu près « comme le talc : elle est enveloppée en dehors, « vers le roc, de l'espèce de limon qui paraît four« nir la nourriture à ces terres quartzeuses ou spa« theuses; ces deux enveloppes sont comme la gaîne « ou l'étui du filon; plus il est perpendiculaire, et « plus on doit en espérer; et toutes les fois que les « mineurs voient que le filon est perpendiculaire, « ils disent qu'il va s'ennoblir.

« Les métaux sont formés dans toutes ces fentes « et cavernes par une évaporation continuelle et as« sez violente : les vapeurs des mines démontrent « cette évaporation encore subsistante; les fentes « qui n'en exhalent point sont ordinairement sté« riles : la marque la plus sûre que les vapeurs « exhalantes portent des atomes ou des molécules « minérales, est qu'elles les appliquent partout aux « parois des crevasses du roc; c'est cette incrusta« tion successive qu'on remarque dans toute la cir« conférence de ces fentes ou de ces creux de rochers, « jusqu'à ce que la capacité en soit entièrement « remplie et le filon solidement formé; ce qui est « encore confirmé par les outils qu'on oublie dans « les creux, et qu'on retrouve ensuite couverts et « incrustés de la mine, plusieurs années après.

« Les fentes du roc qui fournissent une veine « métallique abondante inclinent toujours ou pous« sent leur direction vers la perpendiculaire de la « terre; à mesure que les mineurs descendent, ils « rencontrent une température d'air toujours plus « chaude, et quelquefois des exhalaisons si abon« dantes et si nuisibles à la respiration, qu'ils se « trouvent forcés de se retirer au plus vite vers les « puits ou vers la galerie, pour éviter la suffocation « que les parties sulfureuses et arsenicales leur cau« seraient à l'instant. Le soufre et l'arsenic se trou« vent généralement dans toutes les mines des qua« tre métaux imparfaits et de tous les demi-métaux, « et c'est par eux qu'ils sont minéralisés.

« Il n'y a que l'or, et quelquefois l'argent et le « cuivre, qui se trouvent natifs en petite quantité; « mais, pour l'ordinaire, le cuivre, le fer, le plomb « et l'étain, lorsqu'ils se tirent des filons, sont mi« néralisés avec le soufre et l'arsenic. On sait, par « l'expérience, que les métaux perdent leur forme « métallique à un certain degré de chaleur relatif « à chaque espèce de métal : cette destruction de « la forme métallique, que subissent les quatre mé« taux imparfaits, nous apprend que la base des « métaux est une matière terrestre; et comme ces « chaux métalliques se vitrifient à un certain de« gré de chaleur, ainsi que les terres calcaires, gyp« seuses, etc., nous ne pouvons pas douter que la « terre métallique ne soit du nombre des terres vi« trifiables. » *Extrait du Mémoire de M. Eller, sur l'origine et la génération des métaux*, dans le Recueil de l'académie de Berlin, *année* 1753.

III. M. Lehman, célèbre chimiste, est le seul qui ait soupçonné une double origine aux mines métalliques : il distingue judicieusement les montagnes à filons des montagnes à couches. « L'or et l'argent, « dit-il, ne se trouvent en masse que dans les mon« tagnes à filons; le fer ne se trouve guère que dans « les montagnes à couches : tous les morceaux ou pe« tites parcelles d'or et d'argent qu'on trouve dans « les montagnes à couches n'y sont que répandus, « et ont été détachés des filons qui sont dans les « montagnes supérieures et voisines de ses couches.

« L'or n'est jamais minéralisé; il se trouve tou« jours natif ou vierge, c'est-à-dire tout formé dans « sa matrice, quoique souvent il y soit répandu en « particules si déliées, qu'on chercherait vaine« ment à le reconnaître, même avec les meilleurs « microscopes. On ne trouve point d'or dans les « montagnes à couches; il est aussi assez rare qu'on « y trouve de l'argent; ces deux métaux appartien« nent de préférence aux montagnes à filons : on a « néanmoins trouvé quelquefois de l'argent en pe« tits feuillets ou sous la forme de cheveux, dans « de l'ardoise : il est moins rare de trouver du « cuivre natif sur de l'ardoise, et communément « ce cuivre natif est aussi en forme de filets ou de « cheveux.

« Les mines de fer se reproduisent peu d'an« nées après avoir été fouillées; elles ne se trou« vent point dans les montagnes à filons, mais « dans les montagnes à couches : on n'a point en« core trouvé de fer natif dans les montagnes à « couches, ou du moins, c'est une chose très« rare.

« Quant à l'étain natif, il n'en existe point qui « ait été produit par la nature sans le secours du « feu; et la chose est aussi très-douteuse pour le « plomb, quoiqu'on prétende que les grains de « plomb de Massel, en Silésie, sont de plomb natif.

« On trouve le mercure vierge et coulant dans

« les couches de terre argileuses et grasses, ou « dans les ardoises.

« Les mines d'argent qu'on trouve dans les ardoises ne sont pas, à beaucoup près, aussi riches que celles qui se trouvent dans les montagnes à filons : ce métal ne se trouve guère qu'en « particules déliées, en filets ou en végétations, « dans ces couches d'ardoises ou de schistes, mais « jamais en grosses mines; et encore faut-il que « ces couches d'ardoises soient voisines des montagnes à filons. Toutes les mines d'argent qui se « trouvent dans les couches ne sont pas sous une « forme solide et compacte; toutes les autres mines, qui contiennent de l'argent en abondance, « se trouvent dans les montagnes à filons. Le cuivre se trouve abondamment dans les couches « d'ardoises, et quelquefois aussi dans les charbons « de terre.

« L'étain est le métal qui se trouve le plus rarement répandu dans les couches. Le plomb s'y « trouve plus communément : on en rencontre sous « la forme de galène, attaché aux ardoises; mais « on n'en trouve que très-rarement avec les charbons de terre.

« Le fer est presque universellement répandu, « et se trouve dans les couches, sous un grand « nombre de formes différentes.

« Le cinabre, le cobalt, le bismuth et la calamine « se trouvent aussi assez communément dans les « couches. *Lehman*, tome III, pages 381 *et suiv.*

« Les charbons de terre, le jayet, le succin, la « terre alumineuse, ont été produits par des végétaux, et surtout par des arbres résineux qui ont « été ensevelis dans le sein de la Terre, et qui ont « souffert une décomposition plus ou moins grande; « car on trouve, au-dessus des mines de charbon « de terre, très-souvent du bois qui n'est point du « tout décomposé, et qui l'est davantage à mesure « qu'il est plus enfoncé en terre. L'ardoise, qui « sert de toit ou de couverture au charbon, est « souvent remplie des empreintes de plantes qui « accompagnent ordinairement les forêts, telles « que les fougères, les capillaires, etc. Ce qu'il y « a de remarquable, c'est que ces plantes dont on « trouve les empreintes sont toutes étrangères, et « les bois paraissent aussi des bois étrangers. Le « succin, qu'on doit regarder comme une résine « végétale, renferme souvent des insectes qui, « considérés attentivement, n'appartiennent point « au climat où on les rencontre présentement : enfin, la terre alumineuse est souvent feuilletée, et « ressemble à du bois, tantôt plus, tantôt moins « décomposé. *Idem, ibidem.*

« Le soufre, l'alun, le sel ammoniac, se trouvent « dans les couches formées par les volcans.

« Le pétrole, le naphte, indiquent un feu actuellement allumé sous la terre, qui met, pour « ainsi dire, le charbon de terre en distillation : on « a des exemples de ces embrasements souterrains, « qui n'agissent qu'en silence dans les mines de « charbon de terre, en Angleterre et en Allemagne, lesquelles brûlent depuis très-longtemps « sans explosion; et c'est dans le voisinage de ces « embrasements souterrains qu'on trouve les eaux « chaudes thermales.

« Les montagnes qui contiennent des filons ne « renferment point de charbon de terre ni de « substances bitumineuses et combustibles; ces « substances ne se trouvent jamais que dans les « montagnes à couches. » *Notes sur Lehman*, par M. le baron d'Holbach, tome III, page 435.

IV. *Il se trouve dans les pays de notre nord des montagnes entières de fer, c'est-à-dire d'une pierre vitrescible, ferrugineuse*, etc. Je citerai pour exemple la mine de fer près de Taberg, en Smoland, partie de l'île de Gothland en Suède : c'est l'une des plus remarquables de ces mines, ou plutôt de ces montagnes de fer, qui toutes ont la propriété de céder à l'attraction de l'aimant, ce qui prouve qu'elles ont été formées par le feu. Cette montagne est dans un sol de sable extrêmement fin; sa hauteur est de plus de quatre cents pieds, et son circuit d'une lieue : elle est en entier composée d'une matière ferrugineuse très-riche, et l'on y trouve même du fer natif, autre preuve qu'elle a éprouvé l'action d'un feu violent. Cette mine étant brisée montre à sa fracture de petites parties brillantes, qui tantôt se croisent et tantôt sont disposées par écailles : les petits rochers les plus voisins sont de roc pur (*saxo puro*). On travaille à cette mine depuis environ deux cents ans; on se sert pour l'exploiter de poudre à canon, et la montagne paraît fort peu diminuée, excepté dans les puits qui sont au pied du côté du vallon.

Il paraît que cette mine n'a point de lits réguliers; le fer n'y est point non plus partout de la même bonté. Toute la montagne a beaucoup de fentes, tantôt perpendiculaires et tantôt horizontales : elles sont toutes remplies de sable qui ne contient aucun fer; ce sable est aussi pur et de même espèce que celui des bords de la mer : on trouve quelquefois dans ce sable des os d'animaux et des cornes de cerf; ce qui prouve qu'il a été amené par les eaux, et que ce n'est qu'après la formation de la montagne de fer par le feu, que les sables en ont rempli les crevasses et les fentes perpendiculaires et horizontales.

Les masses de mine que l'on tire tombent aussitôt au pied de la montagne, au lieu que, dans les autres mines, il faut souvent tirer le minéral des entrailles de la terre; on doit concasser et griller cette mine avant de la mettre au fourneau, où on la fond avec la pierre calcaire et du charbon de bois.

Cette colline de fer est située dans un endroit montagneux fort élevé, éloigné de la mer de près de quatre-vingts lieues : il paraît qu'elle était autrefois entièrement couverte de sable. *Extrait d'un article de l'ouvrage périodique qui a pour titre:* Nordische beytrage, etc. *Contribution du nord pour les progrès de la physique, des sciences et des arts.* A Altone, chez David Ifers, 1756.

V. *Il se trouve des montagnes d'aimant dans quelques contrées, et particulièrement dans celles de notre nord.* On vient de voir, par l'exemple cité dans la note précédente, que la montagne de fer de Taberg s'élève de plus de quatre cents pieds au-dessus de la surface de la Terre. M. Gmelin, dans son Voyage en Sibérie, assure que dans les contrées septentrionales de l'Asie, presque toutes les mines des métaux se trouvent à la suface de la Terre, tandis que dans les autres pays elles se trouvent profondément ensevelies dans son intérieur. Si ce fait était généralement vrai, ce serait une nouvelle preuve que les métaux ont été formés par le feu primitif, et que le globe de la Terre ayant moins d'épaisseur dans les parties septentrionales, ils s'y sont formés plus près de la surface que dans les contrées méridionales.

Le même M. Gmelin a visité la grande montagne d'aimant qui se trouve en Sibérie, chez les *Baschkires*: cette montagne est divisée en huit parties, séparées par des vallons : la septième de ces parties produit le meilleur aimant ; le sommet de cette portion de montagne est formé d'une pierre jaunâtre, qui paraît tenir de la nature du jaspe. On y trouve des pierres, que l'on prendrait de loin pour du grès, qui pèsent deux mille cinq cents ou trois milliers, mais qui ont toutes la vertu de l'aimant. Quoiqu'elles soient couvertes de mousse, elles ne laissent pas d'attirer le fer et l'acier à la distance de plus d'un pouce : les côtés exposés à l'air ont la plus forte vertu magnétique, ceux qui sont enfoncés en terre en ont beaucoup moins : ces parties les plus exposées aux injures de l'air sont moins dures, et par conséquent moins propres à être armées. Un gros quartier d'aimant, de la grandeur qu'on vient de dire, est composé de quantité de petits quartiers d'aimant qui opèrent en différentes directions. Pour les bien travailler, il faudrait les séparer en les sciant, afin que tout le morceau qui renferme la vertu de chaque aimant particulier conservât son intégrité : on obtiendrait vraisemblablement de cette façon des aimants d'une grande force : mais on coupe des morceaux à tout hasard, et il s'en trouve plusieurs qui ne valent rien du tout, soit parce qu'on travaille un morceau de pierre qui n'a point de vertu magnétique, ou qui n'en renferme qu'une petite portion, soit que dans un seul morceau il y ait deux ou trois aimants réunis. A la vérité, ces morceaux ont une vertu magnétique; mais, comme elle n'a pas sa direction vers un même point, il n'est pas étonnant que l'effet d'un pareil aimant soit sujet à bien des variations.

L'aimant de cette montagne, à la réserve de celui qui est exposé à l'air, est d'une grande dureté, taché de noir, et rempli de tubérosités qui ont de petites parties anguleuses, comme on en voit souvent à la surface de la pierre sanguine, dont il ne diffère que par la couleur ; mais souvent, au lieu de ces parties anguleuses, on ne voit qu'une espèce de terre d'ocre : en général, les aimants qui ont ces petites parties anguleuses ont moins de vertu que les autres. L'endroit de la montagne où sont les aimants est presque entièrement composé d'une bonne mine de fer, qu'on tire par petits morceaux entre les pierres d'aimant. Toute la section de la montagne la plus élevée renferme une pareille mine; mais plus elle s'abaisse, moins elle contient de métal. Plus bas, au-dessous de la mine d'aimant, il y a d'autres pierres ferrugineuses, mais qui rendraient fort peu de fer, si on voulait les faire fondre : les morceaux qu'on en tire ont la couleur de métal, et sont très-lourds ; ils sont inégaux en dedans, et ont presque l'air de scories : ces morceaux ressemblent assez par l'extérieur aux pierres d'aimant ; mais ceux qu'on tire à huit brasses au-dessous du roc n'ont plus aucune vertu. Entre ces pierres on trouve d'autres morceaux de roc, qui paraissent composés de très-petites particules de fer ; la pierre par elle-même est pesante, mais fort molle ; les particules intérieures ressemblent à une matière brûlée, et elles n'ont que peu ou point de vertu magnétique. On trouve aussi de temps en temps un minerai brun de fer dans des couches épaisses d'un pouce, mais il rend peu de métal. *Extrait de l'Hist. générale des Voyages*, tom. XVIII, pages 141 *et suiv.*

Il y a plusieurs autres mines d'aimant en Sibérie, dans les monts Poïas. A dix lieues de la route qui mène de Catherinbourg à Solikamskaia, est la montagne *Galazinski*; elle a plus de vingt toises de hauteur, et c'est entièrement un rocher d'aimant, d'un brun couleur de fer, dur et compacte.

A vingt lieues de Solikamskaia on trouve un aimant cubique et verdâtre ; les cubes en sont d'un brillant vif : quand on les pulvérise, ils se décomposent en paillettes brillantes couleur de feu. Au reste, on ne trouve l'aimant que dans les chaînes de montagnes dont la direction est du sud au nord. *Extrait de l'Hist. générale des Voyages*, tome XIX, page 472.

Dans les terres voisines des confins de la Laponie, sur les limites de la Bothnie, à deux lieues de Cokluanda, on voit une mine de fer, dans laquelle on tire des pierres d'aimant tout à fait bonnes « Nous admirâmes avec bien du plaisir, dit le relateur, les effets surprenants de cette pierre,

« lorsqu'elle est encore dans le lieu natal : il fallut « faire beaucoup de violence pour en tirer des pier- « res aussi considérables que celles que nous von- « lions avoir ; et le marteau dont on se servait, qui « était de la grosseur de la cuisse, demeurait si fixe « en tombant sur le ciseau qui était dans la pierre, « que celui qui frappait avait besoin de secours « pour le retirer. Je voulus éprouver cela moi- « même, et ayant pris une grosse pince de fer pa- « reille à celle dont on se sert à remuer les corps « les plus pesants, et que j'avais de la peine à sou- « tenir, je l'approchai du ciseau, qui l'attira avec « une violence extrême, et la soutenait avec une « force inconcevable. Je mis une boussole au mi- « lieu du trou où était la mine, et l'aiguille tournait « continuellement d'une vitesse incroyable. » *Œuvres de Regnard.* Paris, 1742, tome 1, page 185.

VI. *Les plus hautes montagnes sont dans la zone torride: les plus basses, dans les zones froides; et l'on ne peut douter que, dès l'origine, les parties voisines de l'équateur ne fussent les plus irrégulières et les moins solides du globe.* J'ai dit, dans la *Théorie de la Terre*, « que les montagnes du nord ne sont que « des collines en comparaison de celles des pays « méridionaux, et que le mouvement général des « mers avait produit ces plus grandes montagnes, « dans la direction d'orient en occident, dans l'an- « cien continent, et du nord au sud dans le nou- « veau. » Lorsque j'ai composé, en 1744, ce Traité de la Théorie de la Terre, je n'étais pas aussi instruit que je le suis actuellement, et l'on n'avait pas fait les observations par lesquelles on a reconnu que les sommets des plus hautes montagnes sont composés de granite et de rocs vitrescibles, et qu'on ne trouve point de coquilles sur plusieurs de ces sommets : cela prouve que ces montagnes n'ont pas été composées par les eaux, mais produites par le feu primitif, et qu'elles sont aussi anciennes que le temps de la consolidation du globe. Toutes les pointes et les noyaux de ces montagnes étant composés de matières vitrescibles, semblables à la roche intérieure du globe, elles sont également l'ouvrage du feu primitif, lequel a le premier établi ces masses de montagnes, et formé les grandes inégalités de la surface de la Terre. L'eau n'a travaillé qu'en second, postérieurement au feu, et n'a pu agir qu'à la hauteur où elle s'est trouvée après la chute entière des eaux de l'atmosphère et l'établissement de la mer universelle, laquelle a déposé successivement les coquillages qu'elle nourissait et les autres matières qu'elle délayait ; ce qui a formé les couches d'argile et de matières calcaires qui composent nos collines, et qui enveloppent les montagnes vitrescibles jusqu'à une grande hauteur.

Au reste, lorsque j'ai dit que les montagnes du nord ne sont que des collines en comparaison des montagnes du midi, cela n'est vrai que pris généralement ; car il y a dans le nord de l'Asie de grandes portions de terre qui paraissent être fort élevées au-dessus du niveau de la mer ; et, en Europe, les Pyrénées, les Alpes, le mont Carpathe, les montagnes de Norwége, les monts Riphées et Rymniques, sont de hautes montagnes, et toute la partie méridionale de la Siberie, quoique composée de vastes plaines et de montagnes médiocres, paraît être encore plus élevée que le sommet des monts Riphées ; mais ce sont peut-être les seules exceptions qu'il y ait à faire ici : car, non-seulement les plus hautes montagnes se trouvent dans les climats plus voisins de l'équateur que des pôles, mais il paraît que c'est dans ces climats méridionaux où se sont faits les plus grands bouleversements intérieurs et extérieurs, tant par l'effet de la force centrifuge, dans le premier temps de la consolidation, que par l'action plus fréquente des feux souterrains, et le mouvement plus violent du flux et du reflux dans les temps subséquents. Les tremblements de terre sont si fréquents dans l'Inde méridionale, que les naturels du pays ne donnent pas d'autre épithète à l'Être tout puissant, que celui de *remueur de terre*. Tout l'archipel indien ne semble être qu'une mer de volcans agissants ou éteints : on ne peut donc pas douter que les inégalités du globe ne soient beaucoup plus grandes vers l'équateur que vers les pôles ; on pourrait même assurer que cette surface de la zone torride a été entièrement bouleversée depuis la côte orientale de l'Afrique jusqu'aux Philippines, et encore bien au-delà dans la mer du Sud. Toute cette plage ne paraît être que les restes en débris d'un vaste continent dont toutes les terres basses ont été submergées : l'action de tous les éléments s'est réunie pour la destruction de la plupart de ces terres équinoxiales ; car, indépendamment des marées qui y sont plus violentes que sur le reste du globe, il paraît aussi qu'il y a eu plus de volcans, puisqu'il en subsiste encore dans la plupart de ces îles, dont quelques-unes, comme les îles de France et de Bourbon, se sont trouvées ruinées par le feu et absolument désertes, lorsqu'on en a fait la découverte.

NOTES SUR LA TROISIÈME ÉPOQUE.

I. *Les eaux ont couvert toute l'Europe jusqu'à quinze cents toises au-dessus du niveau de la mer.*

Nous avons dit, au chapitre *de la Théorie de la Terre*, « que la surface entière de la Terre actuel- « lement habitée a été autrefois sous les eaux de la « mer ; que ces eaux étaient supérieures au som- « met des plus hautes montagnes, puisqu'on trouve

« sur ces montagnes, et jusqu'à leur sommet, des « productions marines et des coquilles. »

Ceci exige une explication, et demande même quelques restrictions. Il est certain et reconnu par mille et mille observations, qu'il se trouve des coquilles et d'autres productions de la mer sur toute la surface de la terre actuellement habitée, et même sur les montagnes, à une très-grande hauteur. J'ai avancé, d'après l'autorité de Woodward, qui le premier a recueilli ces observations, qu'on trouvait aussi des coquilles jusque sur les sommets des plus hautes montagnes; d'autant que j'étais assuré par moi-même et par d'autres observations assez récentes, qu'il y en a dans les Pyrénées et les Alpes à neuf cents, mille, douze cents et quinze cents toises de hauteur au-dessus du niveau de la mer; qu'il s'en trouve de même dans les montagnes de l'Asie, et qu'enfin dans les Cordilières, en Amérique, on en a nouvellement découvert un banc à plus de deux mille toises au-dessus du niveau de la mer[1].

On ne peut donc pas douter que, dans toutes les différentes parties du monde, et jusqu'à la hauteur de quinze cents ou deux mille toises au-dessus du niveau des mers actuelles, la surface du globe n'ait été couverte des eaux, et pendant un temps assez long pour y produire ces coquillages et les laisser multiplier : car leur quantité est si considérable, que leurs débris forment des bancs de plusieurs lieues d'étendue, souvent de plusieurs toises d'épaisseur sur une largeur indéfinie; en sorte qu'ils composent une partie assez considérable des couches extérieures de la surface du globe, c'est-à-dire toute la matière calcaire qui, comme l'on sait, est très-commune et très-abondante en plusieurs contrées. Mais au-dessus des plus hauts points d'élévation, c'est-à-dire au-dessus de quinze cents à deux mille toises de hauteur, et souvent plus bas, on a remarqué que les sommets de plusieurs montagnes sont composés de roc vif, de granite, et d'autres matières vitrescibles produites par le feu primitif, lesquelles ne contiennent en effet ni coquilles, ni madrépores, ni rien qui ait rapport aux matières calcaires. On peut donc en inférer que la mer n'a pas atteint, ou du moins n'a surmonté que pendant un petit temps ces parties les plus élevées, et ces pointes les plus avancées de la surface de la Terre.

Comme l'observation de don Ulloa, que nous venons de citer au sujet des coquilles trouvées sur les Cordilières, pourrait paraître encore douteuse, ou du moins comme isolée et ne faisant qu'un seul exemple, nous devons rapporter à l'appui de son témoignage celui d'Alphonse Barba, qui dit qu'au milieu de la partie la plus montagneuse du Pérou, on trouve des coquilles de toutes grandeurs, les unes concaves et les autres convexes, et très-bien imprimées[1]. Ainsi l'Amérique, comme toutes les autres parties du monde, a également été couverte par les eaux de la mer; et si les premiers observateurs ont cru qu'on ne trouvait point de coquilles sur les montagnes des Cordilières, c'est que ces montagnes, les plus élevées de la Terre, sont pour la plupart des volcans actuellement agissants ou des volcans éteints, lesquels, par leurs éruptions, ont recouvert de matières brûlées toutes les terres adjacentes; ce qui a non-seulement enfoui, mais détruit toutes les coquilles qui pouvaient s'y trouver. Il ne serait donc pas étonnant qu'on ne rencontrât point de productions marines autour de ces montagnes, qui sont aujourd'hui ou qui ont été autrefois embrasées; car le terrain qui les enveloppe ne doit être qu'un composé de cendres, de scories, de verre, de lave et d'autres matières brûlées ou vitrifiées : ainsi il n'y a d'autre fondement à l'opinion de ceux qui prétendent que la mer n'a pas couvert les montagnes, si ce n'est qu'il y a plusieurs de leurs sommets où l'on ne voit aucune coquille ni autres productions marines. Mais, comme on trouve en une infinité d'endroits, et jusqu'à quinze cents et deux mille toises de hauteur, des coquilles et d'autres productions de la mer, il est évident qu'il y a eu peu de pointes ou crêtes de montagnes qui n'aient été surmontées par les eaux, et que les endroits où on ne trouve point de coquilles indiquent seulement que les animaux qui les ont produites ne s'y sont pas habitués, et que les mouvements de la mer n'y ont point amené les débris de ces productions, comme elle en a amené sur tout le reste de la surface du globe.

II. *Des espèces de poissons et de plantes qui vivent et végètent dans des eaux chaudes, jusqu'à cinquante et soixante degrés du thermomètre.* On

[1] M. le Gentil, de l'Académie des Sciences, m'a communiqué par écrit, le 4 décembre 1771, le fait suivant : « *Don Antonio de Ulloa*, dit-il, me chargea, en passant par Cadiz, « de remettre de sa part, à l'Académie, deux coquilles pétrifiées, qu'il tira l'année 1761 de la montagne où est le vif-« argent, dans le gouvernement de *Ouanca-Velica* au Pérou, « dont la latitude méridionale est de treize à quatorze degrés. « A l'endroit où ces coquilles ont été tirées, le mercure se sou-« tient à dix-sept pouces 1 $\frac{1}{2}$ ligne, ce qui répond à 2222 toises « $\frac{1}{2}$ de hauteur au-dessus du niveau de la mer.

« Au plus haut de la montagne, qui n'est pas à beaucoup « près la plus élevée de ce canton, le mercure se soutient à « seize pouces six lignes, ce qui répond à 2337 toises $\frac{2}{3}$.

« A la ville de *Ouanca-Velica*, le mercure se soutient à « dix-huit pouces 1 $\frac{1}{2}$ ligne, qui répondent à 1949 toises.

« *Don Antonio de Ulloa* m'a dit qu'il a détaché ces co-« quilles d'un banc fort épais, dont il ignore l'étendue, et « qu'il travaillait actuellement à un mémoire relatif à ces ob-« servations : ces coquilles sont du genre des peignes ou des « grandes pèlerines. »

[1] Métallurgie d'Alphonse Barba, tome I, p. 64. Paris, 1751.

voit plusieurs exemples de plantes qui croissent dans les eaux thermales les plus chaudes, et M. Sonnerat a trouvé des poissons dans une eau dont la chaleur était si active, qu'il ne pouvait y plonger la main. Voici l'extrait de sa relation à ce sujet. « Je trouvai, dit-il, à deux lieues de Calamba, dans « l'île de Luçon, près du village de Bally, un ruis- « seau dont l'eau était chaude, au point que le « thermomètre, division de Réaumur, plongé « dans ce ruisseau, à une lieue de sa source, mar- « quait encore soixante-neuf degrés. J'imaginais, « en voyant un pareil degré de chaleur, que tou- « tes les productions de la nature devaient être « éteintes sur les bords du ruisseau, et je fus très- « surpris de voir trois arbrisseaux très-vigoureux, « dont les racines trempaient dans cette eau bouil- « lante, et dont les branches étaient environnées « de sa vapeur; elle était si considérable, que les « hirondelles qui osaient traverser ce ruisseau à la « hauteur de sept ou huit pieds y tombaient sans « mouvement. L'un de ces trois arbrisseaux était « un *agnus-castus*, et les deux autres des *aspala- « tus*. Pendant mon séjour dans ce village, je ne « bus d'autre eau que celle de ce ruisseau, que je « faisais refroidir : son goût me parut terreux et « ferrugineux. On a construit différents bains sur « ce ruisseau, dont les degrés de chaleur sont « proportionnés à la distance de la source. Ma « surprise redoubla lorsque je vis le premier bain : « des poissons nageaient dans cette eau où je ne « pouvais plonger la main. Je fis tout ce qu'il me « fut possible pour me procurer quelques-uns de « ces poissons; mais leur agilité et la maladresse « des gens du pays ne me permirent pas d'en « prendre un seul. Je les examinai nageant; mais « la vapeur de l'eau ne me permit pas de les dis- « tinguer assez bien pour les rapprocher de quel- « que genre : je les reconnus cependant pour des « poissons à écailles brunes; la longueur des plus « grands était de quatre pouces. J'ignore com- « ment ces poissons sont parvenus dans ces bains. » M. Sonnerat appuie son récit du témoignage de M. Prévost, commissaire de la marine, qui a parcouru avec lui l'intérieur de l'île de Luçon. Voici comment est conçu ce témoignage : « Vous « avez eu raison, monsieur, de faire part à M. de « Buffon des observations que vous avez rassem- « blées dans le voyage que nous avons fait ensem- « ble. Vous désirez que je confirme par écrit celle « qui nous a si fort surpris dans le village de « Bally, situé sur le bord de la Laguna de Ma- « nille, à *Los-bagnos* : je suis fâché de n'avoir « point ici la note de nos observations faites avec « le thermomètre de M. de Réaumur; mais je me « rappelle très-bien que l'eau du petit ruisseau qui « passe dans ce village pour se jeter dans le lac « fit monter le mercure à soixante-six ou soixante- « sept degrés, quoiqu'il n'eût été plongé qu'à une « lieue de sa source : les bords de ce ruisseau sont « garnis d'un gazon toujours vert. Vous n'aurez « sûrement pas oublié cet *agnus-castus* que nous « avons vu en fleurs, dont les racines étaient mouil- « lées de l'eau de ce ruisseau, et la tige conti- « nuellement enveloppée de la fumée qui en sor- « tait. Le père Franciscain, curé de la paroisse de « ce village, m'a aussi assuré avoir vu des poissons « dans ce même ruisseau : quant à moi, je ne puis « le certifier; mais j'en ai vu dans l'un des bains, « dont la chaleur faisait monter le mercure à qua- « rante-huit et cinquante degrés. Voilà ce que vous « pouvez certifier avec assurance. *Signé* PRÉVOST. » *Voyage à la nouvelle Guinée*, par M. Sonnerat, *correspondant de l'Académie des Sciences et du Cabinet du roi*. Paris, 1776, page 38 *et suiv.*

Je ne sache pas qu'on ait trouvé des poissons dans nos eaux thermales; mais il est certain que, dans celles même qui sont le plus chaudes, le fond du terrain est tapissé de plantes. M. l'abbé Mazéas dit expressément que, dans l'eau presque bouillante de la Solfatare de Viterbe, le fond du bassin est couvert des mêmes plantes qui croissent au fond des lacs et des marais. *Mémoires des savants étrangers*, tome V, page 325.

III. *Il paraît par les monuments qui nous restent, qu'il y a eu des géants dans plusieurs espèces d'animaux.* Les grosses dents à pointes mousses dont nous avons parlé indiquent une espèce gigantesque, relativement aux autres espèces, et même à celle de l'éléphant; mais cette espèce gigantesque n'existe plus. D'autres grosses dents, dont la face qui broie est figurée en trèfle, comme celle des hippopotames, et qui néanmoins sont quatre fois plus grosses que celles des hippopotames actuellement subsistants, démontrent qu'il y a eu des individus très-gigantesques dans l'espèce de l'hippopotame. D'énormes fémurs, plus grands et beaucoup plus épais que ceux de nos éléphants, démontrent la même chose pour les éléphants; et nous pouvons citer encore quelques exemples qui vont à l'appui de notre opinion sur les animaux gigantesques.

On a trouvé auprès de Rome, en 1772, une tête de bœuf pétrifiée, dont le père Jacquier a donné la description. « La longueur du front, comprise en- « tre les deux cornes, est, dit-il, de deux pieds « trois pouces; la distance entre les orbites des « yeux de quatorze pouces; celle depuis la portion « supérieure du front jusqu'à l'orbite de l'œil, d'un « pied six pouces; la circonférence d'une corne me- « surée dans le bourrelet inférieur, d'un pied six « pouces; la longueur d'une corne mesurée dans « toute sa courbure, de quatre pieds; la distance « des sommets des cornes, de trois pieds; l'inté- « rieur est d'une pétrification très-dure : cette tête

« a été trouvée dans un fond de pouzzolane à la « profondeur de plus de vingt pieds [1].

« On voyait, en 1768, dans la cathédrale de « Strasbourg, une très-grosse corne de bœuf, sus- « pendue par une chaîne contre un pilier près du « chœur; elle m'a paru excéder trois fois la gran- « deur ordinaire de celles des plus grands bœufs; « comme elle est fort élevée, je n'ai pu en prendre « les dimensions; mais je l'ai jugée d'environ qua- « tre pieds et demi de longueur, sur sept à huit « pouces de diamètre au gros bout. [2] »

Lionel Waffer rapporte qu'il a vu au Mexique des ossements et des dents d'une prodigieuse grandeur, entre autres une dent de trois pouces de large sur quatre pouces de longueur, et que les plus habiles gens du pays, ayant été consultés, jugèrent que la tête ne pouvait pas avoir moins d'une aune de largeur. *Waffer*, *Voyage en Amérique*, page 367.

C'est peut-être la même dent dont parle le père Acosta : « J'ai vu, dit-il, une dent molaire qui m'é- « tonna beaucoup par son énorme grandeur, car « elle était aussi grosse que le poing d'un homme. » Le père Torquemado, franciscain, dit aussi qu'il a eu en son pouvoir une dent molaire deux fois aussi grosse que le poing et qui pesait plus de deux livres : il ajoute que, dans cette même ville de Mexico, au couvent de Saint-Augustin, il avait vu un os fémur si grand, que l'individu auquel cet os avait appartenu devait avoir été haut de onze à douze coudées, c'est-à-dire dix-sept ou dix-huit pieds, et que la tête dont la dent avait été tirée était aussi grosse qu'une de ces grandes cruches dont on se sert en Castille pour mettre le vin.

Philippe Hernandès rapporte qu'on trouve à *Tezcuco* et à *Tosuca* plusieurs os de grandeur extraordinaire, et que parmi ces os il y a des dents molaires larges de cinq pouces et hautes de dix; d'où l'on doit conjecturer que la grosseur de la tête à laquelle elles appartenaient était si énorme, que deux hommes auraient à peine pu l'embrasser. Don Lorenzo Boturini Benaduci dit aussi que, dans la nouvelle Espagne, surtout dans les hauteurs de Santa-Fé et dans le territoire de la *Puebla* et de *Tlascallan*, on trouve des os énormes et des dents molaires, dont une, qu'il conservait dans son cabinet, est cent fois plus grosse que les plus grosses dents humaines. *Gigantologie espagnole*, par le père Torrubia, *journal étranger*, novembre 1760.

L'auteur de cette Gigantologie espagnole attribue ces dents énormes et ces grands os à des géants de l'espèce humaine. Mais est-il croyable qu'il y ait jamais eu des hommes dont la tête ait eu huit ou dix pieds de circonférence? N'est-il pas même assez étonnant que, dans l'espèce de l'hippopotame ou de l'éléphant, il y en ait eu de cette grandeur? Nous pensons donc que ces énormes dents sont de la même espèce que celles qui ont été trouvées nouvellement en Canada sur la rivière d'Ohio, que nous avons dit appartenir à un animal inconnu dont l'espèce était autrefois existante en Tartarie, en Sibérie, au Canada, et s'est étendue depuis les Illinois jusqu'au Mexique. Et comme ces auteurs espagnols ne disent pas que l'on ait trouvé, dans la nouvelle Espagne, des défenses d'éléphant mêlées avec ces grosses dents molaires, cela nous fait présumer qu'il y avait en effet une espèce différente de celle de l'éléphant à laquelle ces grosses dents molaires appartenaient, laquelle est parvenue jusqu'au Mexique. Au reste, les grosses dents d'hippopotame paraissent avoir été anciennement connues; car saint Augustin dit avoir vu une dent molaire si grosse, qu'en la divisant elle aurait fait cent dents molaires d'un homme ordinaire. (*Lib.* XV, *de Civitate Dei*, *cap.* 9.) Fulgose dit aussi qu'on a trouvé en Sicile des dents dont chacune pesait trois livres. (*Lib.* I, *cap.* 6.)

M. John Sommer rapporte avoir trouvé à Chatham, près de Cantorbery, à dix-sept pieds de profondeur, quelques os étrangers et monstrueux, les uns entiers, les autres rompus, et quatre dents saines et parfaites, pesant chacune un peu plus d'une demi-livre, grosses à peu près comme le poing d'un homme : toutes quatre étaient des dents molaires ressemblant assez aux dents molaires de l'homme, si ce n'est par la grosseur. Il dit que Louis Vives parle d'une dent encore plus grosse (*dens molaris pugno major*) qui lui fut montrée pour un dent de saint Christophe. Il dit aussi qu'Acosta rapporte avoir vu dans les Indes une dent semblable qui avait été tirée de terre avec plusieurs autres os, lesquels rassemblés et arrangés représentaient un homme d'une stature prodigieuse ou plutôt monstrueuse (*deformed highness or greatness*). Nous aurions pu, dit judicieusement M. Sommer, juger de même des dents qu'on a tirées de la terre auprès de Cantorbéry, si l'on n'eût pas trouvé avec ces mêmes dents des os qui ne pouvaient être des os d'hommes; quelques personnes qui les ont vues ont jugé que les os et les dents étaient d'un hippopotame. Deux de ces dents sont gravées dans une planche qui est à la tête du n° 272 des Transactions philosophiques, *fig.* 9.

On peut conclure de ces faits, que la plupart des grands os trouvés dans le sein de la Terre sont des os d'éléphants et d'hippopotames; mais il me paraît certain, par la comparaison immédiate des énormes dents à pointes mousses avec les dents de l'éléphant et de l'hippopotame, qu'elles ont appartenu à un animal beaucoup plus gros que l'un et

[1] Gazette de France du 23 septembre 1772, article de Rome.

[2] Note communiquée à M. de Buffon, par M. Grignon, le 24 septembre 1777.

l'autre, et que l'espèce de ce prodigieux animal ne subsiste plus aujourd'hui.

Dans les éléphants actuellement existants, il est extrêmement rare d'en trouver dont les défenses aient six pieds de longueur. Les plus grandes sont communément de cinq pieds à cinq pieds et demi, et par conséquent l'ancien éléphant auquel a appartenu la défense de dix pieds de longueur, dont nous avons les fragments, était un géant dans cette espèce, aussi bien que celui dont nous avons un fémur d'un tiers plus gros et plus grand que les fémurs des éléphants ordinaires.

Il en est de même dans l'espèce de l'hippopotame; j'ai fait arracher les deux plus grosses dents molaires de la plus grande tête d'hippopotame que nous ayons au Cabinet du roi : l'une de ces dents pèse dix onces, et l'autre 9 ½ onces. J'ai pesé ensuite deux dents, l'une trouvée en Sibérie et l'autre au Canada : la première pèse deux livres douze onces, et la seconde deux livres deux onces. Ces anciens hippopotames étaient, comme l'on voit, bien gigantesques en comparaison de ceux qui existent aujourd'hui.

L'exemple que nous avons cité de l'énorme tête de bœuf pétrifiée, trouvée aux environs de Rome, prouve aussi qu'il y a eu de prodigieux géants dans cette espèce, et nous pouvons le démontrer par plusieurs autres monuments. Nous avons au Cabinet du roi, 1° une corne d'une belle couleur verdâtre, très-lisse et bien contournée, qui est évidemment une corne de bœuf; elle porte vingt-cinq pouces de circonférence à la base, et sa longueur est de quarante pouces; sa cavité contient 11 ½ pintes de Paris; 2° un os de l'intérieur de la corne d'un bœuf, d'un poids de sept livres; tandis que le plus grand os de nos bœufs qui soutient la corne ne pèse qu'une livre. Cet os a été donné pour le Cabinet du roi par M. le comte de Tressan, qui joint au goût et aux talents beaucoup de connaissances en histoire naturelle. 3° Deux os de l'intérieur des cornes d'un bœuf réunis par un morceau du crâne, qui ont été trouvés à vingt-cinq pieds de profondeur, dans les couches de tourbes, entre Amiens et Abbeville, et qui m'ont été envoyés pour le Cabinet du roi : ce morceau pèse dix-sept livres; ainsi chaque os de la corne étant séparé de la portion du crâne pèse au moins 7 ½ livres. J'ai comparé les dimensions comme les poids de ces différents os : celui du plus gros bœuf qu'on a pu trouver à boucherie de Paris, n'avait que treize pouces de longueur sur sept pouces de circonférence à la base; tandis que des deux autres tirés du sein de la Terre, l'un a vingt-quatre pouces de longueur sur douze pouces de circonférence à la base, et l'autre vingt-sept pouces de longueur sur treize de circonférence. En voilà plus qu'il n'en faut pour démontrer que dans l'espèce du bœuf, comme dans celles de l'hippopotame et de l'éléphant, il y a eu de prodigieux géants.

IV. *Nous avons des monuments tirés du sein de la Terre, et particulièrement du fond des minières de charbon et d'ardoise, qui nous démontrent que quelques-uns des poissons et des végétaux que ces matières contiennent, ne sont pas des espèces actuellement existantes.* Sur cela nous observerons, avec M. Lehman, qu'on ne trouve guère des empreintes de plantes dans les mines d'ardoise, à l'exception de celles qui accompagnent les mines de charbon de terre, et qu'au contraire on ne trouve ordinairement les empreintes de poissons que dans les ardoises cuivreuses. Tome III, page 407.

On a remarqué que les bancs d'ardoise chargés de poissons pétrifiés, dans le comté de Mansfeld, sont surmontés d'un banc de pierres appelées *puantes*; c'est une espèce d'ardoise grise, qui a tiré son origine d'une eau croupissante, dans laquelle les poissons avaient pourri avant de se pétrifier. *Leeberoht journal économique*, juillet 1752.

M. Hoffman, en parlant des ardoises, dit que non-seulement les poissons que l'on y trouve pétrifiés ont été des créatures vivantes, mais que les couches d'ardoises n'ont été que le dépôt d'une eau fangeuse, qui, après avoir fermenté et s'être pétrifiée, s'était précipitée par couches très-minces.

« Les ardoises d'Angers, dit M. Guettard, présentent quelquefois des empreintes de plantes et de poissons, qui méritent d'autant plus d'attention, que les plantes auxquelles ces empreintes sont dues étaient des *fucus* de mer, et que celles des poissons représentent différents crustacés ou animaux de la classe des écrevisses, dont les empreintes sont plus rares que celles des poissons et des coquillages. Il ajoute qu'après avoir consulté plusieurs auteurs qui ont écrit sur les poissons, les écrevisses et les crabes, il n'a rien trouvé de ressemblant aux empreintes en question, si ce n'est le *pou* de mer, qui y a quelques rapports, mais qui en diffère néanmoins par le nombre de ses anneaux, qui sont au nombre de treize; au lieu que les anneaux ne sont qu'au nombre de sept ou huit dans les empreintes de l'ardoise : les empreintes de poissons se trouvent communément parsemées de matière pyriteuse et blanchâtre. Une singularité, qui ne regarde pas plus les ardoisières d'Angers que celles des autres pays, tombe sur la fréquence des empreintes de poissons et la rareté des coquillages dans les ardoises, tandis qu'elles sont si communes dans les pierres à chaux ordinaires. » *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1757, page 52.

On peut donner des preuves démonstratives que tous les charbons de terre ne sont composés que de débris de végétaux, mêlés avec du bitume et du soufre, ou plutôt de l'acide vitriolique, qui se fait

sentir dans la combustion : on reconnait les végétaux souvent en grand volume dans les couches supérieures des veines de charbon de terre ; et, à mesure que l'on descend, on voit les nuances de la décomposition de ces mêmes végétaux. Il y a des espèces de charbon de terre qui ne sont que des bois fossiles : celui qui se trouve à Sainte-Agnès, près Lons-le-Saunier, ressemble parfaitement à des bûches ou tronçons de sapin ; on y remarque très-distinctement les veines de chaque crue annuelle, ainsi que le cœur : ces tronçons ne diffèrent des sapins ordinaires qu'en ce qu'ils sont ovales sur leur longueur, et que leurs veines forment autant d'ellipses concentriques. Ces bûches n'ont guère qu'environ un pied de tour, et leur écorce est très-épaisse et fort crevassée, comme celle des vieux sapins ; au lieu que les sapins ordinaires de pareille grosseur ont toujours une écorce assez lisse.

« J'ai trouvé, dit M. de Gensanne, plusieurs filons « de ce même charbon dans le diocèse de Montpellier : ici les tronçons sont très-gros, leur tissu « est très-semblable à celui des châtaigniers de trois « à quatre pieds de tour. Ces sortes de fossiles ne « donnent au feu qu'une légère odeur d'asphalte ; « ils brûlent, donnent de la flamme et de la braise « comme le bois ; c'est ce qu'on appelle communément en France de la *houille* ; elle se trouve fort « près de la surface du terrain : ces houilles annoncent, pour l'ordinaire, du véritable charbon « de terre à de plus grandes profondeurs. » *Hist. naturelle du Languedoc*, par M. de Gensanne, tome I, page 20.

Ces charbons ligneux doivent être regardés comme des bois déposés dans une terre bitumineuse à laquelle est due leur qualité de charbons fossiles : on ne les trouve jamais que dans ces sortes de terres, et toujours assez près de la surface du terrain ; il n'est pas même rare qu'ils forment la tête des veines d'un véritable charbon ; il y en a qui, n'ayant reçu que peu de substance bitumineuse, ont conservé leurs nuances de couleur de bois. « J'en ai trouvé de cette espèce, dit M. de Gensanne, aux Cazarets, près de Saint-Jean-de-« Cueul, à quatre lieues de Montpellier ; mais pour « l'ordinaire la fracture de ce fossile présente une « surface lisse entièrement semblable à celle du « jayet. Il y a dans le même canton, près d'Aseras, « du bois fossile qui est en partie changé en une « vraie pyrite blanche ferrugineuse. La matière « minérale y occupe le cœur du bois, et on y remarque très-distinctement la substance ligneuse « rongée en quelque sorte et dissoute par l'acide « minéralisateur. » *Histoire naturelle du Languedoc*, tome I, page 54.

J'avoue que je suis surpris de voir qu'après de pareilles preuves rapportées par M. de Gensanne lui-même, qui d'ailleurs est bon minéralogiste, il attribue néanmoins l'origine du charbon de terre à l'argile plus ou moins imprégnée de bitume : non-seulement les faits que je viens de citer d'après lui démentent cette opinion, mais on verra par ceux que je vais rapporter, qu'on ne doit attribuer qu'aux détriments des végétaux mêlés de bitumes la masse entière de toutes les espèces de charbons de terre.

Je sens bien que M. de Gensanne ne regarde pas ces bois fossiles, non plus que la tourbe et même la houille, comme de véritables charbons de terre entièrement formés ; et en cela je suis de son avis. Celui qu'on trouve auprès de Lons-le-Saunier a été examiné nouvellement par M. le président de Ruffey, savant académicien de Dijon. Il dit que ce bois fossile s'approche beaucoup de la nature des charbons de terre, mais qu'on le trouve à deux ou trois pieds de la surface de la terre dans une étendue de deux lieues sur trois à quatre pieds d'épaisseur, et que l'on reconnait encore facilement les espèces de bois de chêne, charme, hêtre, tremble ; qu'il y a du bois de corde et du fagotage, que l'écorce des bûches est bien conservée, qu'on y distingue les cercles des sèves et les coups de hache, et qu'à différentes distances on voit des amas de copeaux ; qu'au reste ce charbon, dans lequel le bois s'est changé, est excellent pour souder le fer ; que néanmoins il répand, lorsqu'on le brûle, une odeur fétide, et qu'on en a extrait de l'alun. *Mémoires de l'académie de Dijon*, tome I, page 47.

« Près du village nommé *Beichlitz*, à une lieue « environ de la ville de Halle, on exploite deux « couches composées d'une terre bitumineuse et « de bois fossile (il y a plusieurs mines de cette espèce dans le Pays de Hesse), et celui-ci est semblable à celui que l'on trouve dans le village de « Sainte-Agnès en Franche-Comté, à deux lieues « de Lons-le-Saunier. Cette mine est dans le terrain de Saxe ; la première couche est à trois toises et demie de profondeur perpendiculaire, et « de huit à neuf pieds d'épaisseur : pour y parvenir on traverse un sable blanc, ensuite une argile blanche et grise qui sert de toit, et qui a trois « pieds d'épaisseur ; on rencontre encore au-dessous une bonne épaisseur, tant de sable que d'argile, qui recouvre la seconde couche, épaisse « seulement de trois et demi à quatre pieds : on a « sondé beaucoup plus bas sans en trouver d'autres.

« Ces couches sont horizontales, mais elles plongent ou remontent à peu près comme les autres « couches connues. Elles consistent en une terre « brune, bitumineuse, qui est friable lorsqu'elle « est sèche, et ressemble à du bois pourri. Il s'y « trouve des pièces de bois de toute grosseur, « qu'il faut couper à coups de hache, lorsqu'on les « retire de la mine où elles sont encore mouillées. « Ce bois étant sec se casse très-facilement. Il est

« luisant dans sa cassure comme le bitume; mais « on y reconnaît toute l'organisation du bois. Il « est moins abondant que la terre; les ouvriers le « mettent à part pour leur usage.

« Un boisseau ou deux quintaux de terre bitu- « mineuse se vend dix-huit à vingt sous de France. « Il y a des pyrites dans ces couches; la matière « en est vitriolique; elle refleurit et blanchit à l'air: « mais la matière bitumineuse n'est pas d'un grand « débit, elle ne donne qu'une chaleur faible. » *Voyages métallurgiques de M. Jars*, pages 320 *et suivantes*.

Tout ceci prouverait qu'en effet cette espèce de mine de bois fossile, qui se trouve si près de la surface de la Terre, serait bien plus nouvelle que les mines de charbon de terre ordinaire, qui presque toutes s'enfoncent profondément: mais cela n'empêche pas que les anciennes mines de charbon n'aient été formées des débris des végétaux, puisque, dans les plus profondes, on y reconnaît la substance ligneuse et plusieurs autres caractères qui n'appartiennent qu'aux végétaux; d'ailleurs on a quelques exemples de bois fossiles trouvés en grandes masses et en lits fort étendus sous des bancs de grès et sous des rochers calcaires. Voyez ce que j'en ai dit à l'article des *additions sur les bois souterrains*. Il n'y a donc d'autre différence entre le vrai charbon de terre et ces bois charbonniés, que le plus ou moins de décomposition, et aussi le plus ou moins d'imprégnation par les bitumes; mais le fond de leur substance est le même, et tous doivent leur origine aux détriments des végétaux.

M. le Monnier, premier médecin ordinaire du Roi, et savant botaniste, a trouvé dans le schiste ou fausse ardoise qui traverse une masse de charbon de terre en Auvergne, les impressions de plusieurs espèces de fougères qui lui étaient presque toutes inconnues; il croit seulement avoir remarqué l'impression des feuilles de l'osmonde royale, dont il dit n'avoir jamais vu qu'un seul pied dans toute l'Auvergne. *Observations d'Histoire naturelle par M. le Monnier*. Paris, 1739, page 195.

Il serait à désirer que nos botanistes fissent des observations exactes sur les impressions des plantes qui se trouvent dans les charbons de terre, dans les ardoises et dans les schistes: il faudrait même dessiner et graver ces impressions de plantes aussi bien que celles des crustacés, des coquilles et des poissons que ces mines renferment; car ce ne sera qu'après ce travail qu'on pourra prononcer sur l'existence actuelle ou passée de toutes ces espèces, et même sur leur ancienneté relative. Tout ce que nous en savons aujourd'hui, c'est qu'il y en a plus d'inconnues que d'autres, et que, dans celles qu'on a voulu rapporter à des espèces bien connues, l'on a toujours trouvé des différences assez grandes pour n'être pas pleinement satisfait de la comparaison.

V. *Nous pouvons démontrer par des expériences aisées à répéter, que le verre et le grès en poudre se convertissent en peu de temps en argile par leur séjour dans l'eau.*

« J'ai mis dans un vaisseau de faïence deux li- « vres de grès en poudre, dit M. Nadault; j'ai « rempli le vaisseau d'eau de fontaine distillée, de « façon qu'elle surnageait le grès d'environ trois ou « quatre doigts de hauteur; j'ai ensuite agité ce « grès pendant l'espace de quelques minutes, et j'ai « exposé le vaisseau en plein air. Quelques jours « après je me suis aperçu qu'il s'était formé sur « ce grès une couche de plus d'un quart de pouce « d'épaisseur d'une terre jaunâtre très-fine, très- « grasse et très-ductile: j'ai versé alors par incli- « naison l'eau qui surnageait dans un autre vais- « seau, et cette terre, plus légère que le grès, s'en « est séparé sans qu'il s'y soit mêlé. La quantité « que j'en ai retirée par cette première lotion « était trop considérable pour pouvoir penser que, « dans un espace de temps aussi court, il eût pu se « faire une assez grande décomposition de grès « pour avoir produit autant de terre: j'ai donc « jugé qu'il fallait que cette terre fût déjà dans le « grès dans le même état que je l'en avais retirée, « et qu'il se faisait peut-être ainsi continuellement « une décomposition du grès dans sa propre mine. « J'ai rempli ensuite le vaisseau de nouvelle eau « distillée; j'ai agité le grès pendant quelques in- « stants, et, trois jours après, j'ai encore trouvé sur « ce grès une couche de terre de la même qualité « que la première, mais plus mince de moitié. « Ayant mis à part ces espèces de sécrétions, j'ai « continué, pendant le cours de plus d'une année, « cette même opération et ces expériences que j'a- « vais commencées dans le mois d'avril; et la quan- « tité de terre que m'a produit ce grès a diminué « peu à peu, jusqu'à ce qu'au bout de deux mois, « en transvidant l'eau du vaisseau qui le conte- « nait, je ne trouvai plus sur le grès qu'une pel- « licule terreuse qui n'avait pas une ligne d'épais- « seur; mais aussi pendant tout le reste de l'année, « et tant que le grès a été dans l'eau, cette pellicule « n'a jamais manqué de se former dans l'espace de « deux ou trois jours, sans augmenter ni diminuer « en épaisseur, à l'exception du temps où j'ai été « obligé, par rapport à la gelée, de mettre le vais- « seau à couvert, qu'il m'a paru que la décompo- « sition du grès se faisait un peu plus lentement. « Quelque temps après avoir mis ce grès dans « l'eau, j'y ai aperçu une grande quantité de pail- « lettes brillantes et argentées, comme le sont celles « du talc, qui n'y étaient pas auparavant, et j'ai jugé « que c'était là son premier état de décomposition; « que ses molécules, formées de plusieurs petites

« couches, s'exfoliaient, comme j'ai observé qu'il « arrivait au verre dans certaines circonstances, et « que ces paillettes s'atténuaient ensuite peu à peu « dans l'eau, jusqu'à ce que, devenues si petites « qu'elles n'avaient plus assez de surface pour ré« fléchir la lumière, elles acquéraient la forme et « les propriétés d'une véritable terre : j'ai donc « amassé et mis à part toutes les sécrétions ter« reuses que les deux livres de grès m'ont pro« duites pendant le cours de plus d'une année; et « lorsque cette terre a été bien sèche, elle pesait « environ cinq onces. J'ai aussi pesé le grès « après l'avoir fait sécher, et il avait diminué en « pesanteur dans la même proportion, de sorte qu'il « s'en était décomposé un peu plus de la sixième « partie. Toute cette terre était au reste de la même « qualité, et les dernières sécrétions étaient aussi « grasses, aussi ductiles que les premières, et tou« jours d'un jaune tirant sur l'orangé : mais comme « j'y apercevais encore quelques paillettes brillan« tes, quelques molécules de grès, qui n'étaient pas « entièrement décomposées, j'ai remis cette terre « avec de l'eau dans un vaisseau de verre, et je l'ai « laissée exposée à l'air, sans la remuer, pendant « tout un été, ajoutant de temps en temps de nou« velle eau à mesure qu'elle s'évaporait; un mois « après, cette eau a commencé à se corrompre, et « elle est devenue verdâtre et de mauvaise odeur : « la terre paraissait être aussi dans un état de fer« mentation ou de putréfaction, car il s'en élevait « une grande quantité de bulles d'air; et, quoi« qu'elle eût conservé à sa superficie sa couleur « jaunâtre, celle qui était au fond du vaisseau était « brune, et cette couleur s'étendait de jour en jour, « et paraissait plus foncée; de sorte qu'à la fin de « l'été cette terre était devenue absolument noire. « J'ai laissé évaporer l'eau sans en remettre de nou« velle dans le vaisseau, et, en ayant tiré la terre, « qui ressemblait assez à de l'argile grise lorsqu'elle « est humectée, je l'ai fait sécher à la chaleur du « feu; et lorsqu'elle a été échauffée, il m'a paru « qu'elle exhalait une odeur sulfureuse : mais ce « qui m'a surpris davantage, c'est qu'à proportion « qu'elle s'est desséchée, la couleur noire s'est un « peu effacée, et elle est devenue aussi blanche que « l'argile la plus blanche; d'où on peut conjec« turer que c'était par conséquent une matière vo« latile qui lui communiquait cette couleur brune : « les esprits acides n'ont fait aucune impression « sur cette terre; et lui ayant fait éprouver un de« gré de chaleur assez violent, elle n'a point rougi « comme l'argile grise, mais elle a conservé sa blan« cheur; de sorte qu'il me paraît évident que cette « matière que m'a produite le grès en s'atténuant et « en se décomposant dans l'eau est une véritable « argile blanche. » *Note communiquée* à M. de Buffon par M. Nadault, *correspondant de l'Académie des Sciences, ancien avocat général de la Chambre des comptes de Dijon.*

VI. *Le mouvement des eaux d'orient en occident a travaillé la surface de la Terre dans ce sens ; dans tous les continents du monde, la pente est plus rapide du côté de l'occident que du côté de l'orient.* Cela est évident dans le continent de l'Amérique, dont les pentes sont extrêmement rapides vers les mers de l'ouest, et dont toutes les terres s'étendent en pente douce, et aboutissent presque toutes à de grandes plaines du côté de la mer de l'orient. En Europe, la ligne du sommet de la Grande-Bretagne, qui s'étend du nord au sud, est bien plus proche du bord occidental que de l'oriental de l'Océan, et, par la même raison, les mers qui sont à l'occident de l'Irlande et de l'Angleterre sont plus profondes que la mer qui sépare l'Angleterre et la Hollande. La ligne du sommet de la Norvége est bien plus proche de l'Océan que de la mer Baltique. Les montagnes du sommet général de l'Europe sont bien plus hautes vers l'occident que vers l'orient; et si l'on prend une partie de ce sommet depuis la Suisse jusqu'en Sibérie, il est bien plus près de la mer Baltique et de la mer Blanche, qu'il ne l'est de la mer Noire et de la mer Caspienne. Les Alpes et l'Apennin règnent bien plus près de la Méditerranée que de la mer Adriatique. La chaîne de montagnes qui sort du Tyrol, et qui s'étend en Dalmatie et jusqu'à la pointe de la Morée, côtoie pour ainsi dire la mer Adriatique, tandis que les côtes orientales qui leur sont opposées sont plus basses. Si l'on suit en Asie la chaîne qui s'étend depuis les Dardanelles jusqu'au détroit de Babel-Mandel, on trouve que les sommets du mont Taurus, du Liban et de toute l'Arabie, côtoient la Méditerranée et la mer Rouge; et qu'à l'orient, ce sont de vastes continents où coulent des fleuves d'un long cours, qui vont se jeter dans le golfe Persique. Le sommet des fameuses montagnes de Gattes s'approche plus des mers occidentales que des mers orientales. Le sommet qui s'étend depuis les frontières occidentales de la Chine jusqu'à la pointe de Malaca est encore plus près de la mer d'occident que de la mer d'orient. En Afrique, la chaîne du mont Atlas envoie dans la mer des Canaries des fleuves moins longs que ceux qu'elle envoie dans l'intérieur du continent, et qui vont se perdre au loin dans des lacs et de grands marais. Les hautes montagnes qui sont à l'occident vers le cap Vert et dans toute la Guinée, lesquelles, après avoir tourné autour du Congo, vont gagner les monts de la Lune, et s'allongent jusqu'au cap de Bonne-Espérance, occupent assez régulièrement le milieu de l'Afrique : on reconnaîtra néanmoins, en considérant la mer à l'orient et à l'occident, que celle à l'orient est peu profonde, avec grand nombre d'îles, tandis qu'à l'occident elle a plus de profondeur et très-peu d'îles; en sorte que l'endroit le

plus profond de la mer occidentale est bien plus près de cette chaîne que le plus profond des mers orientales ou des Indes.

On voit donc généralement dans tous les grands continents, que les points de partage sont toujours beaucoup plus près des mers de l'ouest que des mers de l'est ; que les revers de ces continents sont tous allongés vers l'est, et toujours raccourcis à l'ouest ; que les mers des rives occidentales sont plus profondes et bien moins semées d'îles que les orientales ; et même l'on reconnaîtra que, dans toutes ces mers, les côtes des îles sont toujours plus hautes et les mers qui les baignent plus profondes à l'occident qu'à l'orient.

NOTE SUR LA CINQUIÈME ÉDITION.

Il y a des animaux et même des hommes si brutes, qu'ils préfèrent de languir dans leur ingrate terre natale à la peine qu'il faudrait prendre pour se gîter plus commodément ailleurs. Je puis en citer un exemple frappant : les Maillés, petite nation sauvage de la Guiane, à peu de distance de l'embouchure de la rivière *Ouassa*, n'ont pas d'autre domicile que les arbres, au-dessus desquels ils se tiennent toute l'année, parce que leur terrain est toujours plus ou moins couvert d'eau ; ils ne descendent de ces arbres que pour aller en canots chercher leur subsistance. Voilà un singulier exemple du stupide attachement à la terre natale ; car il ne tiendrait qu'à ces sauvages d'aller comme les autres habiter sur la terre, en s'éloignant de quelques lieues des savanes noyées, où ils ont pris naissance et où ils veulent mourir. Ce fait, cité par quelques voyageurs [1], m'a été confirmé par plusieurs témoins qui ont vu récemment cette petite nation, composée de trois ou quatre cents sauvages : ils se tiennent en effet sur les arbres au-dessus de l'eau, ils y demeurent toute l'année : leur terrain est une grande nappe d'eau pendant les huit ou neuf mois de pluie ; et, pendant les quatre mois d'été, la terre n'est qu'une boue fangeuse, sur laquelle il se forme une petite croûte de cinq ou six pouces d'épaisseur, composée d'herbes plutôt que de terre, et sous lesquelles on trouve une grande épaisseur d'eau croupissante et fort infecte.

[1] Les Maillés, l'une des nations sauvages de la Guiane, habitent le long de la côte ; et comme leur pays est souvent noyé, ils ont construit leurs cabanes sur les arbres, au pied desquels ils tiennent leurs canots, avec lesquels ils vont chercher ce qui leur est nécessaire pour vivre. (Voyage de Desmarchais, tome IV, page 352.)

NOTES SUR LA SIXIÈME ÉPOQUE.

I. *La mer Caspienne était anciennement bien plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui ; cette supposition est bien fondée.* « En parcourant, dit M. Pallas, les « immenses déserts qui s'étendent entre le Volga, « le Jaïk, la mer Caspienne et le Don, j'ai remarqué que ces *steppes* ou déserts sablonneux sont « de toutes parts environnés d'une côte élevée, qui « embrasse une grande partie du lit du Jaïk, du « Volga et du Don, et que ces rivières très-profondes, avant que d'avoir pénétré dans cette enceinte, sont remplies d'îles et de bas-fonds, dès « qu'elles commencent à tomber dans les steppes, « où la grande rivière de Kuman va se perdre elle-même dans les sables. De ces observations réunies, je conclus que la *mer Caspienne a couvert* « *autrefois tous ces déserts* ; qu'elle n'a eu anciennement d'autres bords que ces mêmes côtes élevées qui les environnent de toutes parts, et « qu'elle a communiqué, au moyen du Don, avec « la mer Noire, supposé même que cette mer, « ainsi que celle d'Azoff, n'en ait pas fait partie. [1] »

M. Pallas est sans contredit l'un de nos plus savants naturalistes ; et c'est avec la plus grande satisfaction que je le vois ici entièrement de mon avis sur l'ancienne étendue de la mer Caspienne, et sur la probabilité bien fondée qu'elle communiquait autrefois avec la mer Noire.

II. *La tradition ne nous a conservé que la mémoire de la submersion de la Taprobane.... Il y a eu des bouleversements plus grands et plus fréquents dans l'Océan Indien que dans aucune autre partie du monde.* La plus ancienne tradition qui reste de ces affaissements dans les terres du midi, est celle de la perte de la Taprobane dont on croit que les Maldives et les Laquedives ont fait autrefois partie. Ces îles, ainsi que les écueils et les bancs qui règnent depuis Madagascar jusqu'à la pointe de l'Inde, semblent indiquer les sommets des terres qui réunissaient l'Afrique avec l'Asie ; car ces îles ont presque toutes, du côté du nord, des terres et des bancs qui se prolongent très-loin sous les eaux.

Il paraît aussi que les îles de Madagascar et de Ceylan étaient autrefois unies aux continents qui les avoisinent. Ces séparations et ces grands bouleversements dans les mers du midi ont la plupart été produits par l'affaissement des cavernes, par les tremblements de terre et par l'explosion des feux souterrains ; mais il y a eu aussi beaucoup de terres envahies par le mouvement lent et successif de la mer d'orient en occident. Les endroits du

[1] Journal Historique et Politique, mois de novembre 1775, article Pétersbourg.

monde où cet effet est le plus sensible sont les régions du Japon, de la Chine, et de toutes les parties orientales de l'Asie. Ces mers, situées à l'occident de la Chine et du Japon, ne sont, pour ainsi dire, qu'accidentelles, et peut-être encore plus récentes que notre Méditerranée.

Les îles de la Sonde, les Moluques et les Philippines ne présentent que des terres bouleversées, et sont encore pleines de volcans; il y en a beaucoup aussi dans les îles du Japon, et l'on prétend que c'est l'endroit de l'univers le plus sujet aux tremblements de terre; on y trouve quantité de fontaines d'eau chaude. La plupart des autres îles de l'Océan Indien ne nous offrent aussi que des pics ou des sommets de montagnes isolées qui vomissent le feu. L'île de France et l'île de Bourbon paraissent deux de ces sommets, presque entièrement couverts de matières rejetées par les volcans; ces deux îles étaient inhabitées lorsqu'on en a fait la découverte.

III. *A la Guiane, les fleuves sont si voisins les uns des autres, et en même temps si gonflés, si rapides dans la saison des pluies, qu'ils entraînent des limons immenses qui se déposent sur toutes les terres basses et sur le fond de la mer en sédiment vaseux.* Les côtes de la Guiane française sont si basses, que ce sont plutôt des grèves toutes couvertes de vase en pente très-douce, qui commence dans les terres et s'étend sur le fond de la mer à une très-grande distance. Les gros navires ne peuvent approcher de la rivière de Cayenne sans toucher, et les vaisseaux de guerre sont obligés de rester deux ou trois lieues en mer. Ces vases en pente douce s'étendent tout le long des rivages, depuis Cayenne jusqu'à la rivière des Amazones; l'on ne trouve dans cette grande étendue que de la vase et point de sable, et tous les bords de la mer sont couverts de palétuviers : mais à sept ou huit lieues au-dessus de Cayenne, du côté du nord-ouest jusqu'au fleuve Marony, on trouve quelques anses dont le fond est de sable et de rochers qui forment des brisants; la vase cependant les recouvre pour la plupart, aussi bien que les couches de sable, et cette vase a d'autant plus d'épaisseur qu'elle s'éloigne davantage du bord de la mer. Les petits rochers n'empêchent pas que ce terrain ne soit en pente très-douce à plusieurs lieues d'étendue dans les terres. Cette partie de la Guiane, qui est au nord-ouest de Cayenne, est une contrée plus élevée que celles qui sont au sud-est : on en a une preuve démonstrative; car tout le long des bords de la mer on trouve de grandes savanes noyées qui bordent la côte, et dont la plupart sont desséchées dans la partie du nord-ouest, tandis qu'elles sont toutes couvertes des eaux de la mer dans les parties du sud-est. Outre ces terrains noyés actuellement par la mer, il y en a d'autres plus éloignés, et qui de même étaient noyés autrefois. On trouve aussi en quelques endroits des savanes d'eau douce; mais celles-ci ne produisent point des palétuviers, et seulement beaucoup de palmiers latanière. On ne trouve pas une seule pierre sur toutes ces côtes basses : la marée ne laisse pas d'y monter de sept ou huit pieds de hauteur, quoique les courants lui soient opposés, car ils sont tous dirigés vers les îles Antilles. La marée est fort sensible, lorsque les eaux des fleuves sont basses, et on s'en aperçoit alors jusqu'à quarante et même cinquante lieues dans ces fleuves; mais en hiver, c'est-à-dire dans la saison des pluies, lorsque les fleuves sont gonflés, la marée y est à peine sensible à une ou deux lieues, tant le courant de ces fleuves est rapide, et il devient de la plus grande impétuosité à l'heure du reflux.

Les grosses tortues de mer viennent déposer leurs œufs sur le fond de ces anses de sable, et on ne les voit jamais fréquenter les terrains vaseux; en sorte que depuis Cayenne jusqu'à la rivière des Amazones, il n'y a point de tortues, et on va les pêcher depuis la rivière *Courou* jusqu'au fleuve Marony. Il semble que la vase gagne tous les jours du terrain sur les sables, et qu'avec le temps, cette côte nord-ouest de Cayenne en sera recouverte comme la côte sud-est; car les tortues qui ne veulent que du sable pour y déposer leurs œufs, s'éloignent peu à peu de la rivière Couron, et depuis quelques années, on est obligé de les aller chercher plus loin du côté du fleuve Marony, dont les sables ne sont pas encore couverts.

Au delà des savanes, dont les unes sont sèches et les autres noyées, s'étend un cordon de collines, qui sont toutes couvertes d'une grande épaisseur de terre, plantées partout de vieilles forêts : communément ces collines ont trois cent cinquante ou quatre cents pieds d'élévation, mais en s'éloignant davantage on en trouve de plus élevées, et peut-être de plus du double, en s'avançant dans les terres jusqu'à dix ou douze lieues. La plupart de ces montagnes sont évidemment d'anciens volcans éteints. Il y en a pourtant une appelée la *Gabrielle*, au sommet de laquelle on trouve une grande mare ou petit lac, qui nourrit des caymans en assez grand nombre, dont apparemment l'espèce s'y est conservée depuis le temps où la mer couvrait cette colline.

Au delà de cette montagne Gabrielle, on ne trouve que de petits vallons, des tertres, des mornes et des matières volcanisées, qui ne sont point en grandes masses, mais qui sont brisées par petits blocs : la pierre la plus commune, et dont les eaux ont entraîné des blocs jusqu'à Cayenne, est celle que l'on appelle la *pierre à ravets*, qui, comme nous l'avons dit, n'est point une pierre, mais une lave de volcan : on l'a nommée pierre à ravets, parce

qu'elle est trouée, et que les insectes appelés *ravets* se logent dans les trous de cette lave.

IV. *La race des géants dans l'espèce humaine a été détruite depuis nombre de siècles dans les lieux de son origine en Asie.* On ne peut pas douter qu'il n'y ait eu des individus géants dans tous les climats de la terre, puisque, de nos jours, on en voit encore naître en tout pays, et que récemment on en a vu un qui était né sur les confins de la Laponie, du côté de la Finlande. Mais on n'est pas également sûr qu'il y ait eu des races constantes, et moins encore des peuples entiers de géants : cependant le témoignage de plusieurs auteurs anciens, et ceux de l'Écriture-Sainte, qui est encore plus ancienne, me paraissent indiquer assez clairement qu'il y a eu des races de géants en Asie ; et nous croyons devoir présenter ici les passages les plus positifs à ce sujet. Il est dit, Nombres, XIII, verset 34 : *Nous avons vu les géants de la race d'Hanac, aux yeux desquels nous ne devions paraître pas plus grands que des cigales.* Et par une autre version, il est dit : *Nous avons vu des monstres de la race d'Enak, auprès desquels nous n'étions pas plus grands que des sauterelles.* Quoique ceci ait l'air d'une exagération, assez ordinaire dans le style oriental, cela prouve néanmoins que ces géants étaient très-grands.

Dans le Deutéronome, *chapitre XXI, verset* 20, il est parlé d'un homme très-grand *de la race d'Arapha, qui avait six doigts aux pieds et aux mains.* Et l'on voit par le *verset* 18, que cette race d'Arapha était *de genere gigantum.*

On trouve encore dans le Deutéronome plusieurs passages qui prouvent l'existence des géants et leur destruction : *Un peuple nombreux*, est-il dit, *et d'une grande hauteur, comme ceux d'Énacim, que le Seigneur a détruits* ; chapitre II, verset 21. Et il est dit, versets 19 et 20 : *Le pays d'Ammon est réputé pour un pays de géants, dans lequel ont autrefois habité les géants que les Ammonites appellent* Zomzommim.

Dans Josué, *chapitre XI, verset* 22, il est dit : *Les seuls géants de la race d'Énacim qui soient restés parmi les enfants d'Israël étaient dans les villes de Gaza, de Geth et d'Azot ; tous les autres géants de cette race ont été détruits.*

Philon, saint Cyrille et plusieurs autres auteurs, semblent croire que le mot de géants n'indique que des hommes superbes et impies, et non pas des hommes d'une grandeur de corps extraordinaire ; mais ce sentiment ne peut pas se soutenir, puisque souvent il est question de la hauteur et de la force de corps de ces mêmes hommes.

Dans le prophète Amos, il est dit que le peuple des Amorrhéens était si haut, qu'on les a comparés aux cèdres, sans donner d'autres mesures à leur grande hauteur.

Og, roi de Bazan, avait la hauteur de neuf coudées, et *Goliath*, de dix coudées et une palme. Le lit d'*Og* avait neuf coudées de longueur, c'est-à-dire treize pieds et demi, et de largeur quatre coudées, qui font six pieds.

Le corselet de Goliath pesait deux cent huit livres quatre onces, et le fer de sa lance pesait vingt-cinq livres.

Ces témoignages me paraissent suffisants pour qu'on puisse croire, avec quelque fondement, qu'il a autrefois existé dans le continent de l'Asie, non-seulement des individus, mais des races de géants, qui ont été détruites, et dont les derniers subsistaient encore du temps de David. Et quelquefois la nature, qui ne perd jamais ses droits, semble remonter à ce même point de force de production et de développement ; car, dans presque tous les climats de la Terre, il paraît de temps en temps des hommes d'une grandeur extraordinaire, c'est-à-dire de sept pieds et demi, huit et même neuf pieds : car, indépendamment des géants bien avérés, et dont nous avons fait mention, nous pourrions citer un nombre infini d'autres exemples rapportés par les auteurs anciens et modernes, des géants de dix, douze, quinze, dix-huit pieds de hauteur, et même encore au delà ; mais je suis bien persuadé qu'il faut beaucoup rabattre de ces dernières mesures : on a souvent pris des os d'éléphants pour des os humains, et d'ailleurs la nature, telle qu'elle nous est connue, ne nous offre dans aucune espèce des disproportions aussi grandes, excepté peut-être dans l'espèce de l'hippopotame, dont les dents trouvées dans le sein de la terre sont au moins quatre fois plus grosses que les dents des hippopotames actuels.

Les os du prétendu roi Theutobochus, trouvés en Dauphiné, ont fait le sujet d'une dispute entre Habicot, chirurgien de Paris, et Riolan, docteur en médecine, célèbre anatomiste. Habicot a écrit dans un petit ouvrage qui a pour titre : *Gigantostéologie*[1], que ces os étaient dans un sépulcre de brique, à dix-huit pieds en terre, entouré de sablon : il ne donne ni la description exacte, ni les dimensions, ni le nombre de ces os ; il prétend que ces os étaient vraiment des os humains, d'autant, dit-il, qu'aucun animal n'en possède de tels. Il ajoute que ce sont des maçons qui, travaillant chez le seigneur de Langon, gentilhomme du Dauphiné, trouvèrent, le 11 janvier 1613, ce tombeau, proche les masures du château de Chaumont ; que ce tombeau était de brique ; qu'il avait trente pieds de longueur, douze de largeur et huit de profondeur, en comptant le chapiteau, au milieu duquel était une pierre grise, sur laquelle était gravé : *Theutobochus Rex* ; que ce tombeau ayant été ouvert, on vit un squelette

[1] Paris, 1613, in-12.

humain de vingt-cinq pieds et demi de longueur, dix de largeur à l'endroit des épaules, et cinq d'épaisseur; qu'avant de toucher ces os on mesura la tête, qui avait cinq pieds de longueur et dix en rondeur. (*Je dois observer que la proportion de la longueur de la tête humaine avec celle du corps n'est pas d'un cinquième, mais d'un septième et demi : en sorte que cette tête de cinq pieds supposerait un corps humain de 37 ½ pieds de hauteur.*) Enfin il dit que la mâchoire inférieure avait six pieds de tour, les orbites des yeux sept pouces de tour, chaque clavicule quatre pieds de long, et que la plupart de ces ossements se mirent en poudre après avoir été frappés de l'air.

Le docteur Riolan publia, la même année 1613, un écrit sous le nom de *Gigantomachie*, dans lequel il dit que le chirurgien Habicot a donné, dans sa Gigantostéologie, des mesures fausses de la grandeur du corps et des os du prétendu géant Theutobochus; que lui Riolan a mesuré l'os de la cuisse, celui de la jambe, avec l'astragale joint au calcaneum, et qu'il ne leur a trouvé que 6 ½ pieds, y compris l'os pubis; ce qui ne ferait que treize pieds au lieu de vingt-cinq pour la hauteur du géant.

Il donne ensuite les raisons qui lui font douter que ces os soient des os humains; et il conclut en disant que ces os, présentés par Habicot, ne sont pas des os humains, mais des os d'éléphant.

Un an ou deux après la publication de la Gigantostéologie d'Habicot, et de la Gigantomachie de Riolan, il parut une brochure sous le titre de l'*Imposture découverte des os humains supposés, et faussement attribués au roi Theutobochus*, dans laquelle on ne trouve autre chose, sinon que ces os ne sont pas des os humains, mais des os fossiles engendrés par la vertu de la terre; et encore un autre livret, sans nom d'auteur, dans lequel il est dit, qu'à la vérité il y a parmi ces os des os humains, mais qu'il y en avait d'autres qui n'étaient pas humains.

Ensuite, en 1618, Riolan publia un écrit sous le nom de *Gigantologie*, où il prétend non-seulement que les os en question ne sont pas des os humains, mais encore que les hommes en général n'ont jamais été plus grands qu'ils le sont aujourd'hui.

Habicot répondit à Riolan dans la même année 1618; et il dit qu'il a offert au roi Louis XIII sa Gigantostéologie; et qu'en 1613, sur la fin de juillet, on exposa aux yeux du public les os énoncés dans cet ouvrage, et que ce sont vraiment des os humains : il cite un grand nombre d'exemples tirés des auteurs anciens et modernes, pour prouver qu'il y a eu des hommes d'une grandeur excessive. Il persiste à dire que les os calcanéum, tibia et fémur du géant Theutobochus, étant joints les uns avec les autres, portaient plus de onze pieds de hauteur.

Il donne ensuite les lettres qui lui ont été écrites dans le temps de la découverte de ces os, et qui semblent confirmer la réalité du fait du tombeau et des os du géant Theutobochus. Il paraît, par la lettre du seigneur de Langon, datée de Saint-Marcellin en Dauphiné, et par une autre du sieur Masurier, chirurgien à Beaurepaire, qu'on avait trouvé des monnaies d'argent avec les os. La première lettre est conçue dans les termes suivants : « Comme « Sa Majesté désire d'avoir le reste des os du roi « Theutobochus, avec la monnaie d'argent qui s'y « est trouvée, je puis vous dire d'avance que vos « parties adverses sont très-mal fondées, et que « s'ils savaient leur métier, ils ne douteraient pas « que ces os ne soient véritablement des os humains. Les docteurs en médecine de Montpellier « se sont transportés ici, et auraient bien voulu « avoir ces os pour de l'argent. M. le maréchal de « Lesdiguières les a fait porter à Grenoble pour « les voir, et les médecins et chirurgiens de Grenoble les ont reconnus pour os humains; en sorte « qu'il n'y a que des ignorants qui puissent nier « cette vérité, etc. » *Signé* LANGON.

Au reste, dans cette dispute, Riolan et Habicot, l'un médecin et l'autre chirurgien, se sont dit plus d'injures qu'ils n'ont écrit de faits et de raisons. Ni l'un ni l'autre n'ont eu assez de sens pour décrire exactement les os dont il est question; mais tous les deux, emportés par l'esprit de corps et de parti, ont écrit de manière à ôter toute confiance. Il est donc très-difficile de prononcer affirmativement sur l'espèce de ces os : mais s'ils ont été en effet trouvés dans un tombeau de brique, avec un couvercle de pierre, sur lequel était l'inscription *Theutobochus Rex*; s'il s'est trouvé des monnaies dans ce tombeau; s'il ne contenait qu'un seul cadavre de vingt-quatre ou vingt-cinq pieds de longueur; si la lettre du seigneur de Langon contient vérité, on ne pourrait guère douter du fait essentiel, c'est-à-dire de l'existence d'un géant de vingt-quatre pieds de hauteur, à moins de supposer un concours fort extraordinaire de circonstances mensongères; mais aussi le fait n'est pas prouvé d'une manière assez positive pour qu'on ne doive pas en douter beaucoup. Il est vrai que plusieurs auteurs, d'ailleurs dignes de foi, ont parlé de géants aussi grands et encore plus grands. Pline[1] rapporte que, par un tremblement de terre en Crète, une montagne s'étant entr'ouverte, on y trouva un corps de seize coudées, que les uns ont dit être le corps d'*Otus*, et d'autres celui d'*Orion*. Les seize coudées donnent vingt-quatre pieds de longueur, c'est-à-dire la même que celle du roi Theutobochus.

On trouve dans un mémoire de M. Le Cat, académicien de Rouen, une énumération de plusieurs géants d'une grandeur excessive, savoir : deux

[1] Livre VII, chapitre 16.

géants dont les squelettes furent trouvés par des Athéniens près de leur ville, l'un de trente-six et l'autre de trente-quatre pieds de hauteur; un autre de trente pieds, trouvé en Sicile, près de Palerme, en 1548, un autre de trente-trois pieds, trouvé de même en Sicile en 1550; encore un autre, trouvé de même en Sicile, près de Mazarino, qui avait trente pieds de hauteur.

Malgré tous ces témoignages, je crois qu'on aura bien de la peine à se persuader qu'il ait jamais existé des hommes de trente ou trente-six pieds de hauteur; ce serait déjà bien trop que de ne pas se refuser à croire qu'il y en a eu de vingt-quatre : cependant les témoignages se multiplient, deviennent plus positifs, et vont, pour ainsi dire, par nuances d'accroissement à mesure que l'on descend. M. Le Cat rapporte qu'on trouva en 1705, près les bords de la rivière de Morderi, au pied de la montagne de Crussol, le squelette d'un géant de 22½ pieds de hauteur, et que les dominicains de Valence ont une partie de sa jambe avec l'articulation du genou.

Platerus, médecin célèbre, atteste qu'il a vu à Lucerne le squelette d'un homme de dix-neuf pieds au moins de hauteur.

Le géant Ferragus, tué par Roland, neveu de Charlemagne, avait dix-huit pieds de hauteur.

Dans les cavernes sépulcrales de l'île de Ténériffe, on a trouvé le squelette d'un guanche qui avait quinze pieds de hauteur, et dont la tête avait quatre-vingts dents. Ces trois faits sont rapportés, comme les précédents, dans le Mémoire de M. Le Cat sur les géants. Il cite encore un squelette trouvé dans un fossé près du couvent des dominicains de Rouen, dont le crâne tenait un boisseau de blé, et dont l'os de la jambe avait environ quatre pieds de longueur; ce qui donne pour la hauteur du corps entier dix-sept à dix-huit pieds. Sur la tombe de ce géant était une inscription gravée, où on lisait : *Ci-gît noble et puissant seigneur le chevalier Ricon de Valmont et ses os.*

On trouve dans le Journal Littéraire de l'abbé Nazari, que, dans la haute Calabre, au mois de juin 1665, on déterra, dans les jardins du seigneur de Tiviolo, un squelette de dix-huit pieds romains de longueur; que la tête avait 2½ pieds; que chaque dent molaire pesait environ une once et un tiers, et les autres dents trois quarts d'once; et que ce squelette était couché sur une masse de bitume.

Hector Boëtius, dans son Histoire de l'Écosse, *livre VII*, rapporte que l'on conserve encore quelques os d'un homme, nommé, par contre-vérité, le *Petit-Jean*, qu'on croit avoir eu quatorze pieds de hauteur (c'est-à-dire treize pieds deux pouces six lignes de France).

On trouve dans le Journal des Savants, année 1692, une lettre du P. Gentil, prêtre de l'Oratoire, professeur de philosophie à Angers, où il dit qu'ayant eu avis de la découverte qui s'était faite d'un cadavre gigantesque dans le bourg de Lassé, à neuf lieues de cette ville, il fut lui-même sur les lieux pour s'informer du fait. Il apprit que le curé du lieu ayant fait creuser son jardin, on avait trouvé un sépulcre qui renfermait un corps de dix-sept pieds deux pouces de long, qui n'avait plus de peau. Ce cadavre avait d'autres corps entre ses bras et ses jambes, qui pouvaient être ses enfants. On trouva dans le même lieu quatorze ou quinze autres sépulcres, les uns de dix pieds, les autres de douze, et d'autres même de quatorze pieds, qui renfermaient des corps de même longueur. Le sépulcre de ce géant resta exposé à l'air pendant plus d'un an; mais comme cela attirait trop de visites au curé, il l'a fait recouvrir de terre et planter trois arbres sur la place. Ces sépulcres sont d'une pierre semblable à la craie.

Thomas Molineux a vu, aux Écoles de Médecine de Leyde, un os frontal humain prodigieux : sa hauteur, prise depuis sa jonction aux os du nez jusqu'à la suture sagittale, était de 9 $\frac{1}{10}$ pouces, sa largeur de 12 $\frac{2}{10}$ pouces, son épaisseur d'un demi-pouce, c'est-à-dire que chacune de ces dimensions était double de la dimension correspondante à l'os frontal, tel qu'il est dans les hommes de taille ordinaire; en sorte que l'homme à qui cet os gigantesque a appartenu était probablement une fois plus grand que les hommes ordinaires, c'est-à-dire qu'il avait onze pieds de haut. Cet os était très-certainement un os frontal humain, et il ne paraît pas qu'il eût acquis ce volume par un vice morbifique; car son épaisseur était proportionnée à ses autres dimensions, ce qui n'a pas lieu dans les os viciés[1].

Dans le cabinet de M. Witreu, à Amsterdam, M. Klein dit avoir vu un os frontal, d'après lequel il lui parut que l'homme auquel il avait appartenu avait treize pieds quatre pouces de hauteur, c'est-à-dire environ 12½ pieds de France[2].

D'après tous les faits que je viens d'exposer, et ceux que j'ai discutés ci-devant au sujet des Patagons, je laisse à mes lecteurs le même embarras où je suis, pour pouvoir prononcer sur l'existence réelle de ces géants de vingt-quatre pieds : je ne puis me persuader qu'en aucun temps et par aucun moyen, aucune circonstance, le corps humain ait pu s'élever à des dimensions aussi démesurées : mais je crois en même temps qu'on ne peut guère douter qu'il n'y ait eu des géants de dix, douze et peut-être de quinze pieds de hauteur, et qu'il est presque certain que dans les premiers âges de la nature vivante, il a existé non-seulement des individus gigantesques en grand nombre, mais même quel-

[1] Transactions philosophiques, n° 168, art. 2.
[2] Idem, n° 456, art. 3.

ques races constantes et successives de géants, dont celle des Patagons est la seule qui se soit conservée.

V. *On trouve au-dessus des Alpes une étendue immense et presque continue de vallées, de plaines et de montagnes de glace*, etc. Voici ce que M. Grouner et quelques autres bons observateurs et témoins oculaires rapportent à ce sujet.

Dans les plus hautes régions des Alpes, les eaux provenant annuellement de la fonte des neiges se gèlent dans tous les aspects et à tous les points de ces montagnes, depuis leurs bases jusqu'à leurs sommets, surtout dans les vallons et sur le penchant de celles qui sont groupées; en sorte que les eaux ont dans ces vallées formé des montagnes qui ont des roches pour noyau, et d'autres montagnes qui sont entièrement de glace, lesquelles ont six, sept à huit lieues d'étendue en longueur, sur une lieue de largeur, et souvent mille à douze cents toises de hauteur : elles rejoignent les autres montagnes par leur sommet. Ces énormes amas de glace gagnent de l'étendue en se prolongeant dans les vallées; en sorte qu'il est démontré que toutes les glacières s'accroissent successivement, quoique, dans les années chaudes et pluvieuses, non-seulement leur progression soit arrêtée, mais même leur masse immense diminuée.

La hauteur de la congélation fixée à deux mille quatre cent quarante toises sous l'équateur, pour les hautes montagnes isolées, n'est point une règle pour les groupes de montagnes gelées depuis leur base jusqu'à leur sommet; elles ne dégèlent jamais. Dans les Alpes, la hauteur du degré de congélation pour les montagnes isolées est fixée à mille cinq cents toises d'élévation, et toute la partie au-dessous de cette hauteur se dégèle entièrement; tandis que celles qui sont entassées gèlent à une moindre hauteur, et ne dégèlent jamais dans aucun point de leur élévation depuis leur base, tant le degré de froid est augmenté par les masses de matières congelées réunies dans un même espace.

Toutes les montagnes glaciales de la Suisse réunies occupent une étendue de soixante-six lieues du levant au couchant, mesurées en ligne droite, depuis les bornes occidentales du canton de Vallis vers la Savoie, jusqu'aux bornes orientales du canton de Bendner vers le Tyrol; ce qui forme une chaîne interrompue, dont plusieurs bras s'étendent du midi au nord sur une longueur d'environ trente-six lieues. Le grand Gothard, le Fourk et le Grimsel, sont les montagnes les plus élevées de cette partie; elles occupent le centre de ces chaînes qui divisent la Suisse en deux parties; elles sont toujours découvertes de neige et de glace, ce qui leur a fait donner le nom générique de *Glacières*.

L'on divise les glacières en montagnes glacées, vallons de glace, champs de glace ou mers glaciales, et en gletchers ou amas de Glaçons.

Les montagnes glacées sont ces grosses masses de rochers qui s'élèvent jusqu'aux nues, et qui sont toujours couvertes de neige et de glace.

Les vallons de glace sont des enfoncements qui sont beaucoup plus élevés entre les montagnes que les vallons inférieurs; ils sont toujours remplis de neige, qui s'y accumule et forme des monceaux de glace qui ont plusieurs lieues d'étendue, et qui rejoignent les hautes montagnes.

Les champs de glace, ou mers glaciales, sont des terrains en pente douce, qui sont dans le circuit des montagnes; ils ne peuvent être appelés vallons, parce qu'ils n'ont pas assez de profondeur : ils sont couverts d'une neige épaisse. Ces champs reçoivent l'eau de la fonte des neiges qui descendent des montagnes et qui regèlent : la surface de ces glaces fond et gèle alternativement, et tous ces endroits sont couverts de couches épaisses de neige et de glace.

Les gletchers sont des amas de glaçons formés par les glaces et les neiges qui sont précipitées des montagnes : ces neiges se regèlent et s'entassent en différentes manières; ce qui fait qu'on divise les gletchers en monts, en revêtements et en murs de glace.

Les monts de glace s'élèvent entre les sommets des hautes montagnes; ils ont eux-mêmes la forme de montagnes; mais il n'entre point de rochers dans leur structure : ils sont composés entièrement de pure glace, qui a quelquefois plusieurs lieues en longueur, une lieue de largeur et une demi-lieue d'épaisseur.

Les revêtements de glaçons sont formés dans les vallées supérieures et sur les côtés des montagnes qui sont recouvertes comme des draperies de glaces taillées en pointes; elles versent leurs eaux superflues dans les vallées inférieures.

Les murs de glace sont des revêtements escarpés qui terminent les vallées de glace qui ont une forme aplatie, et qui paraissent de loin comme des mers agitées, dont les flots ont été saisis et glacés dans le moment de leur agitation. Ces murs ne sont point hérissés de pointes de glace; souvent ils forment des colonnes, des pyramides et des tours énormes par leur hauteur et leur grosseur, taillées à plusieurs faces, quelquefois hexagones et de couleur bleue ou vert céladon.

Il se forme aussi sur les côtés et au pied des montagnes des amas de neige, qui sont ensuite arrosés par l'eau des neiges fondues et recouvertes de nouvelles neiges. L'on voit aussi des glaçons qui s'accumulent en tas, qui ne tiennent ni aux vallons ni aux monts de glace; leur position est ou horizontale ou inclinée : tous ces amas détachés se nomment *lits* ou *couches de glaces*...

La chaleur intérieure de la Terre mine plusieurs de ces montagnes de glaces par-dessous, et y entre-

tient des courants d'eau qui fondent leurs surfaces inférieures; alors les masses s'affaissent insensiblement par leur propre poids, et leur hauteur est réparée par les eaux, les neiges et les glaces qui viennent successivement les recouvrir : ces affaissements occasionnent souvent des craquements horribles; les crevasses qui s'ouvrent dans l'épaisseur des glaces forment des précipices aussi fâcheux qu'ils sont multipliés. Ces abîmes sont d'autant plus perfides et funestes, qu'ils sont ordinairement recouverts de neige : les voyageurs, les curieux et les chasseurs, qui courent les daims, les chamois, les bouquetins, ou qui font la recherche des mines de cristal, sont souvent engloutis dans les gouffres, et rejetés sur la surface par les flots qui s'élèvent du fond de ces abîmes.

Les pluies douces fondent promptement les neiges ; mais toutes les eaux qui en proviennent ne se précipitent pas dans les abîmes inférieurs par les crevasses; une grande partie se regèle, et tombant sur la surface des glaces, en augmente le volume.

Les vents chauds du midi, qui règnent ordinairement dans le mois de mai, sont les agents les plus puissants qui détruisent les neiges et les glaces; alors leur fonte annoncée par le brunissement des lacs glacés, et par le fracas épouvantable du choc des pierres et des glaces qui se précipitent confusément du haut des montagnes, porte de toutes parts dans les vallées inférieures les eaux des torrents, qui tombent du haut des rochers de plus de douze cents pieds de hauteur.

Le soleil n'a que peu de prise sur les neiges et sur les glaces, pour en opérer la fonte. L'expérience a prouvé que ces glaces formées pendant un laps de temps très-long, sous des fardeaux énormes, dans un degré de froid si multiplié et d'eau si pure, que ces glaces, dis-je, étaient d'une matière si dense et si purgée d'air, que de petits glaçons exposés au soleil le plus ardent dans la plaine pendant un jour entier s'y fondaient à peine.

Quoique la masse de ces glacières fonde en partie tous les ans dans les trois mois de l'été; que les pluies, les vents et la chaleur, plus actifs dans certaines années, détruisent les progrès que les glaces ont faits pendant plusieurs autres années, cependant il est prouvé que ces *glacières prennent un accroissement constant, et qu'elles s'étendent* : les annales du pays le prouvent; des actes authentiques le démontrent, et la tradition est invariable sur ce sujet. Indépendamment de ces autorités et des observations journalières, cette progression des glacières est prouvée par des *forêts de mélèze qui ont été absorbées par les glaces, et dont la cime de quelques-uns des arbres surpasse encore la surface des glacières* : ce sont des témoins irréprochables qui attestent le progrès des glacières, ainsi que le *haut des clochers d'un village* qui a été englouti sous les neiges, et que l'on aperçoit lorsqu'il se fait des fontes extraordinaires. Cette progression des glacières ne peut avoir d'autre cause que l'augmentation de l'intensité du froid, qui s'accroît dans les montagnes glacées en raison des masses de glaces; et il est prouvé que, dans les glacières de Suisse, le froid est aujourd'hui plus vif, mais moins long que dans l'Islande, dont les glacières, ainsi que celles de Norwége, ont beaucoup de rapport avec celles de la Suisse.

Le massif des montagnes glacées de la Suisse est composé comme celui de toutes les hautes montagnes : le noyau est une roche vitreuse qui s'étend jusqu'à leur sommet; la partie au-dessous, à commencer du point où elles ont été couvertes des eaux de la mer, est composée en revêtement de pierre calcaire, ainsi que tout le massif des montagnes d'un ordre inférieur, qui sont groupées sur la base des montagnes primitives de ces glacières; enfin ces masses calcaires ont pour base des schistes produits par le dépôt du limon des eaux.

Les masses vitreuses sont des rocs vifs, des granites, des quartz; leurs fentes sont remplies de métaux, de demi-métaux, de substances minérales et de cristaux.

Les masses calcinables sont des pierres à chaux, des marbres de toutes les espèces en couleurs et variétés, des craies, des gypses, des spaths et des albâtres, etc.

Les masses schisteuses sont des ardoises de différentes qualités et couleurs, qui contiennent des plantes et des poissons, et qui sont souvent posées à des hauteurs assez considérables : leur lit n'est pas toujours horizontal; il est souvent incliné, même sinueux et perpendiculaire en quelques endroits.

L'on ne peut révoquer en doute l'ancien séjour des eaux de la mer sur les montagnes qui forment aujourd'hui ces glacières; l'immense quantité de coquilles qu'on y trouve l'atteste, ainsi que les ardoises et les autres pierres de ce genre. Les coquilles y sont ou distribuées par familles, ou bien elles sont mêlées les unes avec les autres, et l'on y en trouve à de très-grandes hauteurs.

Il y a lieu de penser que ces montagnes n'ont pas formé des glacières continues dans la haute antiquité, pas même depuis que les eaux de la mer les ont abandonnées, quoiqu'il paraisse, par leur très-grand éloignement des mers, qui est de près de cent lieues, et par leur excessive hauteur, qu'elles ont été les premières qui sont sorties des eaux sur le continent de l'Europe. Elles ont eu anciennement leurs volcans; il paraît que le dernier qui s'est éteint était celui de la montagne de Mysenberg, dans le canton de Schwitz; ses deux principaux sommets, qui sont très-hauts et isolés, sont terminés coniquement, comme toutes les bouches

de volcan; et l'on voit encore le cratère de l'un de ces cônes, qui est creusé à une très-grande profondeur.

M. Bourrit, qui eut le courage de faire un grand nombre de courses dans les glacières de Savoie, dit « qu'on ne peut douter de l'accroissement de toutes les glacières des Alpes; que la quantité de neige qui y est tombée pendant les hivers l'a emporté sur la quantité fondue pendant les étés; que non-seulement la même cause subsiste, mais que ces amas de glaces déjà formés doivent l'augmenter toujours plus, puisqu'il en résulte et plus de neige et une moindre fonte..... Ainsi, il n'y a pas de doute que les glacières n'aillent en augmentant, et même dans une progression croissante[1]. »

Cet observateur infatigable a fait un grand nombre de courses dans les glacières; et en parlant de celle du *Glatchers*, ou glacières des *Bossons*, il dit « qu'il paraît s'augmenter tous les jours; que le sol qu'il occupe présentement était, il y a quelques années, un champ cultivé, et que les glaces augmentent encore tous les jours[2]. Il rapporte que l'accroissement des glaces paraît démontré non-seulement dans cet endroit, mais dans plusieurs autres; que l'on a encore le souvenir d'une communication qu'il y avait autrefois de *Chamouni* à la *Val-d'Aost*, et que les glaces l'ont absolument fermée; que les glaces en général doivent s'être accrues en s'étendant d'abord de sommités en sommités, et ensuite de vallées en vallées, et que c'est ainsi que s'est faite la communication des glaces du mont Blanc avec celles des autres montagnes et glacières du Vallais et de la Suisse. Il paraît, dit-il ailleurs, que tous ces pays de montagnes n'étaient pas anciennement aussi remplis de neiges et de glaces qu'ils le sont aujourd'hui. L'on ne date que depuis quelques siècle les désastres arrivés par l'accroissement des neiges et des glaces, par leur accumulation dans plusieurs vallées, par la chute des montagnes elles-mêmes et des rochers : ce sont ces accidents presque continuels et cette augmentation annuelle des glaces qui peuvent seuls rendre raison de ce que l'on sait de l'histoire de ce pays touchant le peuple qui l'habitait anciennement. »

VI. *Car, malgré ce qu'en ont dit les Russes, il est très-douteux qu'ils aient doublé la pointe septentrionale de l'Asie.* M. Engel, qui regarde comme impossible le passage au nord-ouest par les baies de Hudson et de Baffin, paraît au contraire persuadé qu'on trouvera un passage plus court et plus sûr par le nord-est; et il ajoute aux raisons assez faibles qu'il en donne, un passage de M. Gmelin, qui, parlant des tentatives faites par les Russes pour trouver ce passage au nord-est, dit *que la manière dont on a procédé à ces découvertes fera en son temps le sujet du plus grand étonnement de tout le monde, lorsqu'on en aura la relation authentique: ce qui dépend uniquement*, ajoute-t-il, *de la haute volonté de l'impératrice.* « Quel sera donc, dit M. Engel, ce sujet d'étonnement, si ce n'est d'apprendre que le passage regardé jusqu'à présent comme impossible, est très-praticable? Voilà le seul fait, ajoute-t-il, qui puisse surprendre ceux qu'on a tâché d'effrayer par des relations publiées à dessein de rebuter les navigateurs, etc.[1] »

Je remarque d'abord qu'il faudrait être bien assuré des choses, avant de faire à la nation russe cette imputation. En second lieu, elle me paraît mal fondée, et les paroles de M. Gmelin pourraient bien signifier tout le contraire de l'interprétation que leur donne M. Engel, c'est-à-dire qu'on sera fort étonné lorsque l'on saura qu'il n'existe point de passage praticable au nord-est; et ce qui me confirme dans cette opinion, indépendamment des raisons générales que j'en ai données, c'est que les Russes eux-mêmes n'ont nouvellement tenté des découvertes qu'en remontant de Kamtschatka, et point du tout en descendant de la pointe de l'Asie. Les capitaines Béring et Tschirikow ont, en 1741, reconnu des parties de côtes de l'Amérique jusqu'au cinquante-neuvième degré; et ni l'un ni l'autre ne sont venus par la mer du nord le long des côtes de l'Asie. Cela prouve assez que le passage n'est pas aussi praticable que le suppose M. Engel, ou, pour mieux dire, cela prouve que les Russes savent qu'il n'est pas praticable; sans quoi ils eussent préféré d'envoyer leurs navigateurs par cette route, plutôt que de les faire partir de Kamtschatka, pour faire la découverte de l'Amérique occidentale.

M. Müller, envoyé avec M. Gmelin par l'impératrice en Sibérie, est d'un avis bien différent de M. Engel : après avoir comparé toutes les relations, M. Müller conclut par dire qu'il n'y a qu'une très-petite séparation entre l'Asie et l'Amérique, et que ce détroit offre une ou plusieurs îles qui servent de route ou de stations communes aux habitants des deux continents. Je crois cette opinion bien fondée, et M. Müller rassemble un grand nombre de faits pour l'appuyer. Dans les demeures souterraines des habitants de l'île Karaga, on voit des poutres faites de grands arbres de sapin, que cette île ne produit point, non plus que les terres de Kamtschatka, dont elle est très-voisine : les habitants disent que ce bois leur vient par un vent d'est qui l'amène sur leurs côtes. Celles du Kamtschatka reçoivent du même côté des glaces que la mer

[1] Description des glacières de Savoie, par M. Bourrit. Genève, 1773, pages 111 et 112.

[2] Description des aspects du mont Blanc, par M. Bourrit. Lausanne, 1776, page 8.

[1] Histoire générale des Voyages, tome XIX, page 415 et suivantes.

orientale y pousse en hiver, deux à trois jours de suite. On y voit en certains temps des vols d'oiseaux, qui, après un séjour de quelques mois, retournent à l'est, d'où ils étaient arrivés. Le continent opposé à celui de l'Asie, vers le nord, descend donc jusqu'à la latitude du Kamtschatka : ce continent doit être celui de l'Amerique occidentale. M. Müller [1], après avoir donné le precis de cinq ou six voyages tentés par la mer du nord pour doubler la pointe septentrionale de l'Asie, finit par dire que tout annonce l'impossibilité de cette navigation, et il le prouve par les raisons suivantes. Cette navigation devrait se faire dans un été ; or, l'intervalle depuis Archangel à l'Oby, et de ce fleuve au Jenisey, demande une belle saison tout entière. Le passage du Waigatz a coûté des peines infinies aux Anglais et aux Hollandais : au sortir de ce detroit glacial, on rencontre des îles qui ferment le chemin ; ensuite le continent, qui forme un cap entre les fleuves Piasida et Chatanga, s'avançant au delà du soixante-seizième degré de latitude, est de même bordé d'une chaîne d'îles, qui laissent difficilement un passage à la navigation. Si l'on veut s'éloigner des côtes et gagner la haute mer vers le pôle, les montagnes de glaces presque immobiles qu'on trouve au Groënland et au Spitzberg n'annoncent-elles pas une continuité de glaces jusqu'au pôle? Si l'on veut longer les côtes, *cette navigation est moins aisee qu'elle ne l'était il y a cent ans* : l'eau de l'Océan y a diminué sensiblement. On voit encore loin des bords que baigne la mer Glaciale, les bois qu'elle a jetés sur des terres qui jadis lui servaient de rivage ; ces bords y sont si peu profonds, qu'on ne pourrait y employer que des bateaux très-plats, qui, trop faibles pour résister aux glaces, ne sauraient fournir une longue navigation, ni se charger des provisions qu'elle exige. Quoique les Russes aient des ressources et des moyens que n'ont pas la plupart des autres nations européennes pour fréquenter ces mers froides, on voit que les voyages tentés sur la mer Glaciale n'ont pas encore ouvert une route de l'Europe et de l'Asie à l'Amerique ; et ce n'est qu'en partant de Kamtschatka, ou d'un autre point de l'Asie la plus orientale, qu'on a découvert quelques côtes de l'Amérique occidentale.

Le capitaine Béring partit du port d'Awatscha en Kamtschatka le 4 juin 1741. Après avoir couru au sud-est et remonté au nord-est, il aperçut, le 18 du mois suivant, le continent de l'Amerique à cinquante-huit degrés vingt-huit minutes de latitude ; deux jours après, il mouilla près d'une île enfoncée dans une baie : de là, voyant deux caps, il appela l'un à l'orient Saint-Élie, et l'autre au couchant Saint-Hermogène ; ensuite il dépêcha Chitrou, l'un de ses officiers, pour reconnaître et visiter le golfe où il venait d'entrer. On le trouva coupé ou parsemé d'îles : une entre autres offrit des cabanes désertes ; elles étaient de planches bien unies et même échancrées. On conjectura que cette île pouvait avoir été habitée par quelques peuples du continent de l'Amérique. M. Steller, envoyé pour faire des observations sur ces terres nouvellement découvertes, trouva une cave où l'on avait mis une provision de saumon fumé, et laisse des cordes, des meubles et des ustensiles : plus loin il vit fuir des Américains à son aspect. Bientôt on aperçut du feu sur une colline assez éloignée : les sauvages s'en doute s'y étaient retirés ; un rocher escarpé y couvrait leur retraite [1].

D'après l'exposé de ces faits, il est aisé de juger que ce ne sera jamais qu'en partant de Kamtschatka que les Russes pourront faire le commerce de la Chine et du Japon, et qu'il leur est aussi difficile, pour ne pas dire impossible, qu'aux autres nations de l'Europe, de passer par les mers du nord-est, dont la plus grande partie est entièrement glacée : je ne crains donc pas de répéter que le seul passage possible est par le nord-ouest, au fond de la baie de Hudson, et que c'est l'endroit auquel les navigateurs doivent s'attacher pour trouver ce passage si desiré et si évidemment utile.

Comme j'avais déjà livré à l'impression toutes les feuilles précédentes de ce volume, j'ai reçu de la part de M. le comte Schouvaloff, ce grand homme d'état, que toute l'Europe estime et respecte, j'ai reçu, dis-je en date du 27 octobre 1777, un excellent mémoire composé par M. de Domascheneff, président de la Société impériale de Pétersbourg, et auquel l'impératrice a confié, à juste titre, le département de tout ce qui a rapport aux sciences et aux arts. Cet illustre savant m'a en même temps envoyé une copie faite à la main de la carte du pilote Otcheredin, dans laquelle sont représentées les routes et les découvertes qu'il a faites en 1770 et 1773, entre le Kamtschatka et le continent de l'Amérique. M. de Domascheneff observe dans son mémoire que cette carte du pilote Otcheredin est la plus exacte de toutes, et que celle qui a été donnée en 1773 par l'Académie de Petersbourg doit être réformée en plusieurs points, et notamment sur la position des îles et le prétendu archipel qu'on y a représenté entre les îles Aleutes ou Aleontes et celles d'Anadir, autrement appelées îles d'Andrien. La carte du pilote Otcheredin semble démontrer en effet que ces deux groupes des îles Aleutes et des îles Andrien sont séparés par une mer libre de cent lieues d'étendue. M. de Domascheneff assure que la grande carte générale de l'empire de Russie, qu'on vient de publier cette année 1777, représente exactement les côtes de toute l'extrémité

[1] Histoire générale des Voyages, tome XVIII, page 484.

[1] Histoire générale des Voyages, t. XIX, page 371 et suiv.

septentrionale de l'Asie habitée par les Tschutschis. Il dit que cette carte a été dressée d'après les connaissances les plus récentes, acquises par la dernière expédition du major Pawluzki contre ce peuple. « Cette côte, dit M. de Damascheneff, termine « la grande chaîne de montagnes, laquelle sépare « toute la Sibérie de l'Asie méridionale, et finit en « se partageant entre la chaîne qui parcourt le « Kamtschatka et celles qui remplissent toutes les « terres entre les fleuves qui coulent à l'est du « Léna. Les îles reconnues entre les côtes du Kamtschatka et celles de l'Amérique sont montagneu- « ses, ainsi que les côtes de Kamtschatka et celles « du continent de l'Amérique : il y a donc une « continuation bien marquée entre les chaînes de « montagnes de ces deux continents, dont les in- « terruptions, jadis peut-être moins considérables, « peuvent avoir été élargies par le dépérissement « de la roche, par les courants continuels qui en- « trent de la mer Glaciale vers la grande mer du « sud, et par les catastrophes du globe. »

Mais cette chaîne sous-marine, qui joint les terres du Kamtschatka avec celles de l'Amérique, est plus méridionale de sept ou huit degrés que celle des îles Anadir ou Andrien, qui, de temps immémorial, ont servi de passage aux Tschutschis pour aller en Amérique.

M. de Domascheneff dit qu'il est certain que cette traversée de la pointe de l'Asie au continent de l'Amérique se fait à la rame, et que ces peuples y vont trafiquer des ferrailles russes avec les Américains; que les îles qui sont sur ce passage sont si fréquentes, qu'on peut coucher toutes les nuits à terre, et que le continent de l'Amérique où les Tschutschis commencent est montagneux et couvert de forêts peuplées de renards, de martres et de zibelines, dont ils rapportent les fourrures de qualités et de couleurs toutes différentes de celles de Sibérie. Ces îles septentrionales situées entre les deux continents ne sont guère connues que des Tschutschis : elles forment une chaîne entre la pointe la plus orientale de l'Asie et le continent de l'Amérique, sous le soixante-quatrième degré; et cette chaîne est séparée par une mer ouverte de la seconde chaîne plus méridionale dont nous venons de parler, située sous le cinquante-sixième degré entre le Kamtschatka et l'Amérique : ce sont les îles de cette seconde chaîne que les Russes et les habitants de Kamtschatka fréquentent pour la chasse des loutres marines et des renards noirs dont les fourrures sont très-précieuses. On avait connaissance de ces îles, même des plus orientales dans cette dernière chaîne, avant l'année 1750 : l'une de ces îles porte le nom du commandeur Béring, une autre assez voisine s'appelle l'île Medenoi; ensuite on trouve les quatre îles Aleutes ou Aleoutes, les deux premières situées un peu au-dessus et les dernières un peu au-dessous du cinquante-cinquième degré; ensuite on trouve environ au cinquante sixième degré les îles Atkhou et Amlaigh, qui sont les premières de la chaîne des îles aux Renards, laquelle s'étend vers le nord-est jusqu'au soixante-unième degré de latitude : le nom de ces îles est venu du nombre prodigieux de renards qu'on y a trouvés. Les deux îles du commandeur Béring et de Medenoi étaient inhabitées lorsqu'on en fit la découverte : mais on a trouvé dans les îles Aleutes; quoique plus avancées vers l'orient, plus d'une soixantaine de familles, dont la langue ne se rapporte ni à celle de Kamtschatka, ni à aucune de celles de l'Asie orientale, et n'est qu'un dialecte de la langue que l'on parle dans les autres îles voisines de l'Amérique; ce qui semblerait indiquer qu'elles ont été peuplées par les Américains, et non par les Asiatiques.

Les îles nommées par l'équipage de Béring l'île Saint-Julien, Saint-Théodore, Saint-Abraham, sont les mêmes que celles qu'on appelle aujourd'hui les îles Aleutes; et de même l'île de Chommaghin, de Saint-Dolmat, indiquées par ce navigateur, font partie de celles qu'on appelle îles aux Renards.

« La grande distance, dit M. de Domascheneff, « et la mer ouverte et profonde qui se trouve entre « les îles Aleutes et les îles aux Renards, joint au « gisement différent de ces dernières, peuvent faire « présumer que ces îles ne forment pas une chaîne « marine continue; mais que les premières, avec « celles de Medenoi et de Béring, font une chaîne « marine qui vient du Kamtschatka, et que les îles « aux Renards en représentent une autre issue de « l'Amérique; que l'une et l'autre de ces chaînes « vont généralement se perdre dans la profondeur « de la grande mer, et sont des promontoires des « deux continents. La suite des îles aux Renards, « dont quelques-unes sont d'une grande étendue, « est entre-mêlée d'écueils et de brisants, et se con- « tinue sans interruption jusqu'au continent de « l'Amérique; mais celles qui sont les plus voisines « de ce continent sont très-peu fréquentées par « les barques des chasseurs russes, parce qu'elles « sont fort peuplées, et qu'il serait dangereux d'y « séjourner. Il y a plusieurs de ces îles voisines de « la terre-ferme de l'Amérique qui ne sont pas en- « core bien reconnues. Quelques navires ont ce- « pendant pénétré jusqu'à l'île de Kadjak, qui est « très-voisine du continent de l'Amérique; l'on en « est assuré tant sur le rapport des insulaires que « par d'autres raisons; une de ces raisons est qu'au « lieu que toutes les îles plus occidentales ne pro- « duisent que des arbrisseaux rabougris et ram- « pants que les vents de pleine mer empêchent de « s'élever, l'île de Kadjak au contraire, et les peti- « tes îles voisines, produisent des bosquets d'aunes, « qui semblent indiquer qu'elles se trouvent moins

« à découvert, et qu'elles sont garanties au nord et « à l'est par un continent voisin. De plus, on y a « trouvé des loutres d'eau douce, qui ne se voient « point aux autres îles, de même qu'une petite es- « pèce de marmotte, qui paraît être la marmotte « du Canada; enfin l'on y a remarqué des traces « d'ours et de loups, et les habitants se vêtissent « de peaux de rennes qui leur viennent du conti- « nent de l'Amérique, dont ils sont très-voisins.

« On voit, par la relation d'un voyage poussé jus- « qu'à l'île de Kadjak, sous la conduite d'un certain « Geottof, que les insulaires nomment Ataktham « le continent de l'Amérique : ils disent que cette « grande terre est montagneuse et toute couverte « de forêts ; ils placent cette grande terre au nord « de leur île, et nomment l'embouchure d'un grand « fleuve Alaghschak, qui s'y trouve... D'autre part, « l'on ne saurait douter que Béring, aussi bien que « Tschirikow, n'aient effectivement touché à ce « grand continent, puisqu'au cap Élie, où sa fré- « gate mouilla, l'on vit des bords de la mer le ter- « rain s'élever en montagne continue et toute revê- « tue d'épaisses forêts : le terrain y était d'une na- « ture toute différente de celui du Kamtschatka; « nombre de plantes américaines y furent recueil- « lies par Steller. »

M. de Domascheneff observe de plus que toutes les îles aux Renards, ainsi que les îles Aleutes et celle de Béring, sont montagneuses ; que leurs côtes sont pour la plupart hérissées de rochers, coupées par des précipices et environnées d'écueils jusqu'à une assez grande distance ; que le terrain s'élève depuis les côtes jusqu'au milieu de ces îles en montagnes fort raides, qui forment de petites chaînes dans le sens de la longueur de chaque île : au reste, il y a eu et il y a encore des volcans dans plusieurs de ces îles, et celles où ces volcans sont éteints ont des sources d'eau chaude. On ne trouve point de métaux dans ces îles à volcans, mais seulement des calcédoines et quelques autres pierres colorées de peu de valeur. On n'a d'autre bois dans ces îles que les tiges ou branches d'arbres flottées par la mer, et qui n'y arrivent pas en grande quantité ; il s'en trouve plus sur l'île Béring et sur les Aleutes : il paraît que ces bois flottés viennent pour la plupart des plages méridionales, car on y a observé le bois de camphre du Japon.

Les habitants de ces îles sont assez nombreux : mais, comme ils mènent une vie errante, se transportant d'une île à l'autre, il n'est pas possible de fixer leur nombre. On a généralement observé que plus les îles sont grandes, plus elles sont voisines de l'Amérique, et plus elles sont peuplées. Il paraît aussi que tous les insulaires des îles aux Renards sont d'une même nation, à laquelle les habitants des Aleutes et des îles d'Andrien peuvent aussi se rapporter, quoiqu'ils en diffèrent par quelques coutumes. Tout ce peuple a une très-grande ressemblance par les mœurs, la façon de vivre et de se nourrir, avec les Esquimaux et les Groënlandais. Le nom de *Kanaghist*, dont ces insulaires s'appellent dans leur langue, peut-être corrompu par les marins, est encore très-ressemblant à celui de *Koralit*, dont les Esquimaux et leurs frères les Groënlandais se nomment. On n'a trouvé aux habitants de toutes les îles entre l'Asie et l'Amérique d'autres outils que des haches de pierre, des cailloux taillés en scalpel, et des omoplates d'animaux aiguisées pour couper l'herbe ; ils ont aussi des dards, qu'ils lancent de la main à l'aide d'une palette, et desquels la pointe est armée d'un caillou pointu et artistement taillé : aujourd'hui ils ont beaucoup de ferrailles volées ou enlevées aux Russes. Ils font des canaux et des espèces de pirogues comme les Esquimaux : il y en a d'assez grandes pour contenir vingt personnes; la charpente en est de bois léger, recouvert partout de peaux de phoques et d'autres animaux marins.

Il paraît, par tous ces faits, que de temps immémorial les Tschutschis, qui habitent la pointe la plus orientale de l'Asie, entre le cinquante-cinquième et le soixante-dixième degré, ont eu commerce avec les Américains, et que ce commerce était d'autant plus facile pour ces peuples accoutumés à la rigueur du froid, que l'on peut faire le voyage, qui n'est peut-être pas de cent lieues, en se reposant tous les jours d'îles en îles, et dans de simples canots conduits à la rame en été, et peut-être sur la glace en hiver. L'Amérique a donc pu être peuplée par l'Asie sous ce parallèle ; et tout semble indiquer que, quoiqu'il y ait aujourd'hui des interruptions de mer entre les terres de ces îles, elles ne faisaient autrefois qu'un même continent, par lequel l'Amérique était jointe à l'Asie : cela semble indiquer aussi qu'au delà de ces îles Anadir ou Andrien, c'est-à-dire entre le soixante dixième et le soixante-quinzième degré, les deux continents sont absolument réunis par un terrain où il ne se trouve plus de mer, mais qui est peut-être entièrement couvert de glace. La reconnaissance de ces plages au delà du soixante-dixième degré est une entreprise digne de l'attention de la grande souveraine des Russies, et il faudrait la confier à un navigateur aussi courageux que M. Phipps. Je suis bien persuadé qu'on trouverait les deux continents réunis ; et s'il en est autrement, et qu'il y ait une mer ouverte au delà des îles Andrien, il me paraît certain qu'on trouverait les appendices de la grande glacière du pôle à quatre-vingt-un ou quatre-vingt-deux degrés, comme M. Phipps les a trouvés à la même hauteur entre le Spitzberg et le Groënland.

—

NOTES SUR LA SEPTIÈME ÉPOQUE.

I. *Le respect pour certaines montagnes sur lesquelles les hommes s'étaient sauvés des inondations; l'horreur pour ces autres montagnes qui lançaient des feux terribles*, etc. Les montagnes en vénération dans l'orient sont le mont *Carmel*, et quelques endroits du Caucase; le mont *Pirpangel* au nord de l'Indostan; la montagne *Pora* dans la province d'Aracan; celle de *Chaq-pechan* à la source du fleuve Sangari, chez les Tartares Mancheoux, d'où les Chinois croient qu'est venu *Fo-hi*: le mont *Altay* à l'orient des sources du Selinga en Tartarie, le mont *Pecha* au nord-ouest de la Chine, etc. Celles qui étaient en horreur étaient les montagnes à volcan, parmi lesquelles on peut citer le mont *Ararath*, dont le nom même signifie montagne de malheur, parce qu'en effet cette montagne était un des plus grands volcans de l'Asie, comme cela se reconnaît encore aujourd'hui par sa forme et par les matières qui environnent son sommet, où l'on voit les cratères et les autres signes de ses anciennes éruptions.

II. *Comment des hommes aussi nouveaux ont-ils pu trouver la période lunisolaire de six cents ans?* La période de six cents ans, dont Josèphe dit que se servaient les anciens patriarches avant le déluge, est une des plus belles et des plus exactes que l'on ait jamais inventées. Il est de fait que, prenant *le mois lunaire de vingt-neuf jours douze heures quarante-quatre minutes trois secondes, on trouve que deux cent dix-neuf mille cent quarante-six jours et demi font sept mille quatre cent vingt-un mois lunaires; et ce même nombre de deux cent dix-neuf mille cent quarante-six jours et demi donne six cents années solaires, chacune de trois cent soixante-cinq jours cinq heures cinquante-une minutes trente-six secondes*; d'où résulte le mois lunaire à une seconde près, tel que les astronomes modernes l'ont déterminé, et l'année solaire plus juste qu'Hipparque et Ptolémée ne l'ont donnée plus de deux mille ans après le déluge. Josèphe a cité comme ses garants Manéthon, Bérose, et plusieurs autres anciens auteurs, dont les écrits sont perdus il y a longtemps..... Quel que soit le fondement sur lequel Josèphe a parlé de cette période, il faut qu'il y ait eu réellement et de temps immémorial une telle période ou grande année, qu'on avait oubliée depuis plusieurs siècles, puisque les astronomes qui sont venus après cet historien s'en seraient servis préférablement à d'autres hypothèses moins exactes pour la détermination de l'année solaire et du mois lunaire, s'ils l'avaient connue, ou s'en seraient fait honneur, s'ils l'avaient imaginée[1].

[1] Lettre de M. de Mairan au R. P. Parrenin. Paris, 1759, in-12, pages 108 et 109.

« Il est constant, dit le savant astronome Dominique Cassini, que, dès le premier âge du monde, « les hommes avaient déjà fait de grands progrès « dans la science du mouvement des astres : on « pourrait même avancer qu'ils en avaient beaucoup plus de connaissances que l'on n'en a eu « longtemps depuis le déluge, s'il est bien vrai que « l'année dont les anciens patriarches se servaient « fût de la grandeur de celles qui composent la « grande période de six cents ans, dont il est fait « mention dans les antiquités des Juifs écrites par « Josèphe. Nous ne trouvons dans les monuments « qui nous restent de toutes les autres nations, au« cun vestige de cette période de six cents ans, qui « est une des plus belles que l'on ait encore inven« tées. »

M. Cassini s'en rapporte, comme on voit, à Josèphe, et Josèphe avait pour garants les historiographes égyptiens, babyloniens, phéniciens et grecs : Manethon, Bérose, Mochus, Hestiéus, Jérome l'Égyptien, Hésiode, Hecatée, etc., dont les écrits pouvaient subsister et subsistaient vraisemblablement de son temps.

Or, cela posé, et quoi qu'on puisse opposer au témoignage de ces auteurs, M. de Mairan dit, avec raison, que l'incompétence des juges ou des témoins ne saurait avoir lieu ici. Le fait dépose par lui-même son authenticité : il suffit qu'une semblable période ait été nommée, il suffit qu'elle ait existé, pour qu'on soit en droit d'en conclure qu'il aura donc aussi existé des siècles d'observations, et en grand nombre, qui l'ont précédée ; que l'oubli dont elle fut suivie est aussi bien ancien ; car on doit regarder comme temps d'oubli tout celui où l'on a ignoré la justesse de cette période, et où l'on a dédaigné d'en approfondir les éléments, et de s'en servir pour rectifier la théorie des mouvements célestes, et où l'on s'est avisé d'y en substituer de moins exactes. Donc, si Hipparque, Méton, Pythagore, Thalès, et tous les anciens astronomes de la Grèce, ont ignoré la période de six cents ans, on est fondé à dire qu'elle était oubliée, non-seulement chez les Grecs, mais aussi en Égypte, dans la Phénicie et dans la Chaldée, où les Grecs avaient tous été puiser leur grand savoir en astronomie.

III. *Les Chinois, les Brames, non plus que les Chaldéens, les Perses, les Égyptiens et les Grecs, n'ont rien reçu du premier peuple qui avait si fort avancé l'astronomie : et les commencements de la nouvelle astronomie sont dus à l'opiniâtre assiduité des observateurs chaldéens et ensuite aux travaux des Grecs.*

Les astronomes et les philosophes grecs avaient puisé en Égypte et aux Indes la plus grande partie de leurs connaissances. Les Grecs étaient donc des gens très-nouveaux en astronomie en comparaison des Indiens, des Chinois, et des Atlantes habitants

de l'Afrique occidentale; Uranus et Atlas chez ces derniers peuples, *Fo-hi* à la Chine, Mercure en Égypte, Zoroastre en Perse, etc.

Les Atlantes, chez qui regnait Atlas, paraissent être les plus anciens peuples de l'Afrique, et beaucoup plus anciens que les Égyptiens. La théogonie des Atlantes, rapportée par Diodore de Sicile, s'est probablement introduite en Égypte, en Ethiopie et en Phénicie dans le temps de cette grande éruption dont il est parlé dans *le Timée* de Platon, d'un peuple innombrable qui sortit de l'île Atlantide, et se jeta sur une grande partie de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique.

Dans l'occident de l'Asie, dans l'Europe, dans l'Afrique, tout est fondé sur les connaissances des Atlantes, tandis que les peuples orientaux, chaldéens, indiens et chinois, n'ont été instruits que plus tard, et ont toujours formé des peuples qui n'ont pas eu de relation avec les Atlantes, dont l'irruption est plus ancienne que la première date d'aucun de ces derniers peuples.

Atlas, fils d'Uranus et frère de Saturne, vivait, selon Manéthon et Dicéarque, trois mille neuf cents ans environ avant l'ère chrétienne.

Quoique Diogène Laërce, Hérodote, Diodore de Sicile, Pomponius Mela, etc., donnent à l'âge d'Uranus, les uns quarante-huit mille huit cent soixante ans, les autres vingt-trois mille ans, etc., cela n'empêche pas qu'en réduisant ces années à la vraie mesure du temps dont on se servait dans différents siècles chez ces peuples, ces mesures ne reviennent au même, c'est-à-dire à trois mille huit cent quatre-vingt-dix ans avant l'ère chrétienne.

Le temps du déluge, selon les Septante, a été deux mille deux cent cinquante-six ans après la création.

L'astronomie a été cultivée en Égypte plus de trois mille ans avant l'ère chrétienne; on peut le démontrer par ce que rapporte Ptolémée sur le lever héliaque de Sirius: ce lever de Sirius était très-important chez les Égyptiens, parce qu'il annonçait le débordement du Nil.

Les Chaldéens paraissent plus nouveaux dans la carrière astronomique que les Égyptiens.

Les Égyptiens connaissaient le mouvement du soleil plus de trois mille ans avant Jésus-Christ, et les Chaldéens plus de deux mille quatre cent soixante-treize ans.

Il y avait chez les Phrygiens un temple dédié à Hercule, qui paraît avoir été fondé deux mille huit cents ans avant l'ère chrétienne, et l'on sait qu'Hercule a été dans l'antiquité l'emblème du soleil.

On peut aussi dater les connaissances astronomiques chez les anciens Perses plus de trois mille deux cents ans avant Jésus-Christ.

L'astronomie chez les Indiens est tout aussi ancienne; ils admettent quatre âges, et c'est au commencement du quatrième qu'est liée leur première époque astronomique : cet âge durait en 1762 depuis quatre mille huit cent soixante-trois ans, ce qui remonte à l'année 3102 avant Jésus-Christ. Ce dernier âge des Indiens est réellement composé d'années solaires : mais les trois autres, dont le premier est d'un million sept cent vingt-huit mille années, le second d'un million deux cent quatre-vingt-seize mille, et le troisième de huit cent soixante-quatre mille années, sont évidemment composés d'années, ou plutôt de révolutions de temps beaucoup plus courtes que les années solaires.

Il est aussi démontré par les époques astronomiques que les Chinois avaient cultivé l'astronomie plus de trois mille ans avant Jésus-Christ, et dès le temps de *Fo-hi*.

Il y a donc une espèce de niveau entre ces peuples égyptiens, chaldéens ou perses, indiens, chinois et tartares. Ils ne s'élèvent pas plus les uns que les autres dans l'antiquité, et cette époque remarquable de trois mille ans d'ancienneté pour l'astronomie est à peu près la même partout [1].

IV. *Je donnerais aisément plusieurs autres exemples, qui tous concourent à démontrer que l'homme peut modifier les influences du climat qu'il habite.* « Ceux qui résident depuis longtemps dans la « Pensylvanie et dans les colonies voisines ont observé, dit M. Hugues Williamson, que leur cli« mat a considérablement changé depuis quarante « ou cinquante ans, et que les hivers ne sont point « aussi froids...

« La température de l'air dans la Pensylvanie est « différente de celle des contrées de l'Europe si« tuées sous le même parallèle. Pour juger de la « chaleur d'un pays, il faut non-seulement avoir « égard à sa latitude, mais encore à sa situation « et aux vents qui ont coutume d'y régner, puis« que ceux-ci ne sauraient changer sans que le cli« mat ne change aussi. La face d'un pays peut être « entièrement métamorphosée par la culture, et « l'on se convaincra, en examinant la cause des « vents, que leur cours peut pareillement prendre « de nouvelles directions...

« Depuis l'établissement de nos colonies, conti« nue M. Williamson, nous sommes parvenus non« seulement à donner plus de chaleur au terrain « des cantons habités, mais encore à changer en « partie la direction des vents. Les marins, qui « sont les plus intéressés à cette affaire, nous ont « dit qu'il leur fallait autrefois quatre ou cinq se« maines pour aborder sur nos côtes, tandis qu'au« jourd'hui ils y abordent dans la moitié moins de « temps. On convient encore que le froid est moins

[1] Histoire de l'ancienne Astronomie, par M. Bailly.

« rude, la neige moins abondante et moins continue qu'elle ne l'a jamais été depuis que nous sommes établis dans cette province...

« Il y a plusieurs autres causes qui peuvent augmenter et diminuer la chaleur de l'air, mais on ne saurait m'alléguer cependant un seul exemple du changement de climat, qu'on ne puisse attribuer au défrichement du pays où il a lieu. On m'objectera celui qui est arrivé depuis dix-sept cents ans dans l'Italie et dans quelques contrées de l'orient, comme une exception à cette règle générale. On nous dit que l'Italie était mieux cultivée du temps d'Auguste qu'elle ne l'est aujourd'hui; et que cependant le climat y est beaucoup plus tempéré... Il est vrai que l'hiver était plus rude en Italie il y a dix-sept cents ans, qu'il ne l'est aujourd'hui...; mais on peut en attribuer la cause aux vastes forêts dont l'Allemagne, qui est au nord de Rome, était couverte dans ce temps-là. Il s'élevait de ces déserts incultes des vents du nord perçants, qui se répandaient comme un torrent dans l'Italie, et y causaient un froid excessif... et l'air était autrefois si froid dans ces régions incultes, qu'il devait détruire la balance dans l'atmosphère de l'Italie, ce qui n'est plus de nos jours...

« On peut donc raisonnablement conclure que dans quelques années d'ici, et lorsque nos descendants auront défriché la partie intérieure de ce pays, ils ne seront presque plus sujets à la gelée ni à la neige, et que leurs hivers seront extrêmement tempérés[1]. » Ces vues de M. Williamson sont très-justes, et je ne doute pas que notre postérité ne les voie confirmées par l'expérience.

EXPLICATION

DE LA CARTE GÉOGRAHIQUE.

Cette carte représente les deux parties polaires du globe depuis le quarante-cinquième degré latitude : on y a marqué les glaces, tant flottantes que fixes, au point où elles ont été reconnues par les navigateurs.

Dans celle du pôle arctique, on voit les glaces flottantes trouvées par Barentz à soixante-dix degrés de latitude, près du détroit de Waigatz, et les glaces immobiles qu'il trouva à soixante-dix-sept et soixante-dix-huit degrés de latitude à l'est de ce détroit, qui est aujourd'hui entièrement obstrué par les glaces. On a aussi indiqué le grand banc de glaces immobiles reconnues par Wood, entre le Spitzberg et la Nouvelle-Zemble, et celui qui se trouve entre le Spitzberg et le Groënland, que les vaisseaux de la pêche de la baleine rencontre constamment à la hauteur de soixante-dix-sept ou soixante-dix-huit degrés, et qu'ils nomment le *banc de l'ouest*, en le voyant s'étendre sans bornes de ce côté, et vraisemblablement jusqu'aux côtes du *vieux Groënland*, qu'on sait être aujourd'hui perdues dans les glaces. La route du capitaine Phipps est marquée sur cette carte avec la continuité des glaces qui l'ont arrêté au nord et à l'ouest du Spitzberg.

On a aussi tracé sur cette carte les glaces flottantes rencontrées par Ellis dès le cinquante-huitième ou cinquante-neuvième degré, à l'est du cap Farewel; celles que Forbisher trouva dans son détroit, qui est actuellement obstrué, et celles qu'il vit à soixante-deux degrés vers la côte de Labrador; celles que rencontra Baffin dans la baie de son nom, par les soixante-douze et soixante-treize degrés, et celles qui se trouvent dans la baie d'Hudson dès le soixante-troisième degré, selon Ellis, et dont le *Welcome* est quelquefois couvert; celles de la baie de *Repulse*, qui en est remplie, selon Middleton. On y voit aussi celles dont presque en tout temps le détroit de Davis est obstrué, et celles qui souvent assiégent celui d'Hudson, quoique plus méridional de six ou sept degrés. L'île *Baëren* ou île aux *Ours*, qui est au-dessous du Spitzberg à soixante-quatorze degrés, se voit ici au milieu des glaces flottantes. L'île de *Jean de Mayen*, située près du vieux Groënland à soixante-dix degrés et demi, est engagée dans les glaces par ses côtes occidentales.

On a aussi désigné sur cette carte les glaces flottantes le long des côtes de la Sibérie et aux embouchures de toutes les grandes rivières qui arrivent à cette mer glaciale, depuis l'*Irtisch* joint à l'*Oby* jusqu'au fleuve *Kolima*; ces glaces flottantes incommodent la navigation, et dans quelques endroits la rendent impraticable. Le banc de la glace solide du pôle descend déjà à soixante-seize degrés sur le cap *Piasida*, et engage cette pointe de terre qui n'a pu être doublée ni par l'ouest du côté de l'Oby, ni par l'est du côté de la *Léna*, dont les bouches sont semées de glaces flottantes; d'autres glaces immobiles au nord-est de l'embouchure de la *Jana* ne laissent aucun passage ni à l'est ni au nord. Les glaces flottantes devant l'*Olenek* et le

[1] Journal de physique, par M. l'abbé Rozier, mois de juin 1775.

Chatanga descendent jusqu'aux soixante-quatorzième et soixante-treizième degrés : on les trouve à la même hauteur devant l'Indigirka et vers les embouchures du Kolima, qui paraît être le dernier terme où nient atteint les Russes par ces navigations coupées sans cesse par les glaces. C'est d'après leurs expéditions que ces glaces ont été tracées sur notre carte : il est plus que probable que des glaces permanentes ont engagé le cap Szalaginski, et peut-être aussi la côte nord-est de la terre des Tschutschis; car ces dernières côtes n'ont pas été découvertes par la navigation, mais par des expéditions sur terre, d'après lesquelles on les a figurées. Les navigations qu'on prétend s'être faites autrefois autour de ce cap et de la terre des Tschutschis ont toujours été suspectes, et vraisemblablement sont impraticables aujourd'hui, sans cela les Russes, dans leurs tentatives pour la découverte des terres de l'Amérique, seraient partis des fleuves de la Sibérie, et n'auraient pas pris la peine de faire par terre la traversée immense de ce vaste pays pour s'embarquer à Kamtschaka, où il est extrêmement difficile de construire des vaisseaux, faute de bois, de fer, et de presque tout ce qui est nécessaire pour l'équipement d'un navire.

Ces glaces qui viennent gagner les côtes du nord de l'Asie; celles qui ont déjà envahi les parages de la Zemble, du Spitzberg et du vieux Groënland; celles qui couvrent en partie les baies de Baffin, d'Hudson et leurs détroits, ne sont que comme les bords ou les appendices de la glaciere de ce pôle, qui en occupe toutes les régions adjacentes jusqu'au quatre-vingt ou quatre-vingt-unième degré, comme nous l'avons représenté en jetant une ombre sur cette portion de la terre à jamais perdue pour nous.

La carte du pôle antarctique présente la reconnaissance des glaces faite par plusieurs navigateurs, et particulièrement par le célèbre capitaine Cook dans ses deux voyages, le premier en 1769 et 1770, et le second en 1773, 1774 et 1775. La relation de ce second voyage n'a été publiée en français que cette année 1778, et je n'en ai eu connaissance qu'au mois de juin, après l'impression de ce volume entièrement achevée; mais j'ai vu avec la plus grande satisfaction mes conjectures confirmées par les faits. On vient de lire dans plusieurs endroits de ce même volume les raisons que j'ai données du froid plus grand dans les régions australes que dans les boréales; j'ai dit et répété que la portion de sphère depuis le pôle arctique jusqu'à neuf degrés de distance n'est qu'une région glacée, une calotte de glace solide et continue, et que, selon toutes les analogies, la portion glacée de même dans les régions australes est bien plus considérable, et s'étend à dix-huit ou vingt degrés. Cette présomption était donc bien fondée, puisque M. Cook, le plus grand de tous les navigateurs, ayant fait le tour presque entier de cette zone australe, a trouvé partout des glaces, et n'a pu pénétrer nulle part au-delà du soixante-onzième degré, et cela dans un seul point au nord-ouest de l'extrémité de l'Amérique. Les appendices de cette immense glacière du pôle antarctique s'étendent même jusqu'au soixantième degré en plusieurs lieux, et les énormes glaçons qui s'en détachent voyagent jusqu'au cinquantième et même jusqu'au quarante-huitième degré de latitude en certains endroits. On verra que les glaces les plus avancées vers l'équateur se trouvent vis-à-vis les mers les plus étendues et les terres les plus éloignées du pôle : on en trouve au quarante-huit, quarante-neuf, cinquante et cinquante-unième degrés, sur une étendue de dix degrés en longitude à l'ouest, et de trente-cinq de longitude à l'est; et tout l'espace entre le cinquantième et le soixantième degré de latitude est rempli de glaces brisées, dont quelques-unes forment des îles d'une grandeur considérable. On voit que sous ces mêmes longitudes les glaces deviennent encore plus fréquentes et presque continues aux soixantième et soixante-unième degré de latitude, et enfin, que tout passage est fermé par la continuité de la glace aux soixante-six et soixante-septième degrés, où M. Cook a fait une autre pointe, et s'est trouvé forcé de retourner pour ainsi dire sur ses pas; en sorte que la masse continue de cette glace solide et permanente qui couvre le pôle austral et toute la zone adjacente s'étend dans ces parages jusqu'au-delà du soixante-sixième degré de latitude.

On trouve de même des îles et des plaines de glaces dès le quarante-neuvième degré de latitude, à soixante degrés de longitude est [1], et en plus grand nombre à quatre vingts et quatre-

[1] Ces positions données par le capitaine Cook, sur le méridien de Londres, sont réduites sur la carte à celui de Paris, et doivent s'y rapporter, par le changement facile de deux degrés et demi en *moins* du côté de l'est, et en *plus* du côté de l'ouest.

vingt-dix degrés de longitude sous la latitude de cinquante-huit degrés, et encore en plus grand nombre sous le soixante et le soixante-unième degré de latitude, dans tout l'espace compris depuis le quatre-vingt-dixième jusqu'au cent-quarante-cinquième degré de longitude est.

De l'autre côté, c'est-à-dire à trente degrés environ de longitude ouest, M. Cook a fait la découverte de la terre Sandwich, à cinquante-neuf degrés de latitude, et de l'île Géorgie sous le cinquante-cinquième, et il a reconnu des glaces au cinquante-neuvième degré de latitude, dans une étendue de dix ou douze degrés de longitude ouest, avant d'arriver à la terre Sandwich, qu'on peut regarder comme le Spitzberg des régions australes, c'est-à-dire comme la terre la plus avancée vers le pôle antarctique : il a trouvé de pareilles glaces en beaucoup plus grand nombre aux soixante et soixante-unième degrés de latitude, depuis le vingt-neuvième degré de longitude ouest jusqu'au cinquante-unième; et le capitaine Furneaux en a trouvé sous le soixante-troisième degré, à soixante-cinq et soixante-dix degrés de longitude ouest.

On a aussi marqué les glaces immobiles que Davis a vues sous les soixante-cinq et soixante-sixième degrés de latitude, vis-à-vis du cap Horn, et celles dans lesquelles le capitaine Cook a fait une pointe jusqu'au soixante-onzième degré de latitude : ces glaces s'étendent depuis le cent dixième degré de longitude ouest jusqu'au cent-vingtième. Ensuite on voit les glaces flottantes depuis le cent-trentième degré de longitude ouest jusqu'au cent soixante-dixième, sous les latitudes de soixante à soixante-dix degrés; en sorte que dans toute l'étendue de la circonférence de cette grande zone polaire antarctique, il n'y a qu'environ quarante ou quarante-cinq degrés en longitude dont l'espace n'ait pas été reconnu, ce qui ne fait pas la huitième partie de cette immense calotte de glace : tout le reste de ce circuit a été vu et bien reconnu par M. Cook, dont nous ne pourrons jamais louer assez la sagesse, l'intelligence et le courage; car le succès d'une pareille entreprise suppose toutes ces qualités réunies.

On vient d'observer que les glaces les plus avancées du côté de l'équateur, dans ces régions australes, se trouvent sur les mers les plus éloignées des terres, comme dans la mer des Grandes Indes et vis-à-vis le cap de Bonne-Espérance, et qu'au contraire les glaces les moins avancées se trouvent dans le voisinage des terres, comme à la pointe de l'Amérique et des deux côtés de cette pointe, tant dans la mer Atlantique que dans la mer Pacifique. Ainsi, la partie la moins froide de cette grande zone antarctique est vis-à-vis de l'extrémité de l'Amérique, qui s'étend jusqu'au cinquante-sixième degré de latitude, tandis que la partie la plus froide de cette même zone est vis-à-vis de la pointe de l'Afrique, qui ne s'avance qu'au trente-quatrième degré, et vers la mer de l'Inde, où il n'y a point de terre. Or, s'il en est de même du côté du pôle arctique, la région la moins froide serait celle du Spitzberg et du Groënland, dont les terres s'étendent à peu près jusqu'au quatre-vingtième degré, et la région la plus froide serait celle de la partie de mer entre l'Asie et l'Amérique, en supposant que cette région soit en effet une mer. De toutes les reconnaissances faites par M. Cook, on doit inférer que la portion du globe envahie par les glaces depuis le pôle antarctique jusqu'à la circonférence de ces régions glacées est, en superficie, au moins cinq ou six fois plus étendue que l'espace envahi par les glaces autour du pôle arctique; ce qui provient de deux causes assez évidentes : la première est le séjour du soleil, plus court de sept jours trois quarts par an dans l'hémisphère austral que dans le boréal; la seconde et plus puissante cause est la quantité de terres infiniment plus grande dans cette portion de l'hémisphère boréal que dans la portion égale et correspondante de l'hémisphère austral; car les continents de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique s'étendent jusqu'au soixante-dixième degré, et au delà vers le pôle arctique, tandis que dans les régions australes il n'existe aucune terre depuis le cinquantième ou même le quarante-cinquième degré que celle de la pointe de l'Amérique, qui ne s'étend qu'au cinquante-sixième avec les îles Falkland, la petite île Géorgie et celle de Sandwich, qui est moitié terre et moitié glace; en sorte que cette grande zone australe étant entièrement maritime et aqueuse, et la boréale presque entièrement terrestre, il n'est pas étonnant que le froid soit beaucoup plus grand, et que les glaces occupent une bien plus vaste étendue dans ces régions australes que dans les boréales.

Et comme ces glaces ne feront qu'augmenter par le refroidissement successif de la terre, il sera dorénavant plus inutile et plus téméraire qu'il ne l'était ci-devant de chercher à faire des

découvertes au-delà du quatre-vingtième degré vers le pôle boréal, et au-delà du cinquante-cinquième vers le pôle austral. La Nouvelle-Zélande, la pointe de la Nouvelle-Hollande et celles des terres Magellaniques, doivent être regardées comme les seules et dernières terres habitables dans cet hémisphère austral.

J'ai fait représenter toutes les îles et plaines de glaces reconnues par les différents navigateurs, et notamment par les capitaines Cook et Fourneaux, en suivant les points de longitude et de latitude indiqués dans leurs cartes de navigation. Toutes ces reconnaissances des mers australes ont été faites dans les mois de novembre, décembre, janvier et février, c'est-à-dire dans la saison d'été de cet hémisphère austral; car, quoique ces glaces ne soient pas toutes permanentes, et qu'elles voyagent selon qu'elles sont entraînées par les courants ou poussées par les vents, il est néanmoins presque certain que comme elles ont été vues dans cette saison d'été, elles s'y trouveraient de même et en bien plus grande quantité dans les autres saisons, et que par conséquent on doit les regarder comme permanentes, quoiqu'elles ne soient pas stationnaires aux mêmes points.

Au reste il est indifférent qu'il y ait des terres ou non dans cette vaste région australe, puisqu'elle est entièrement couverte de glaces depuis le soixantième degré de latitude jusqu'au pôle; et l'on peut concevoir aisément que toutes les vapeurs aqueuses qui forment les brumes et les neiges se convertissent en glaces, elles se gèlent et s'accumulent sur la surface de la mer comme sur celle de la terre. Rien ne peut donc s'opposer à la formation ni même à l'augmentation successive de ces glacières polaires, et au contraire tout s'oppose à l'idée qu'on avait ci-devant de pouvoir arriver à l'un ou à l'autre pôle par une mer ouverte ou par des terres praticables.

Toute la partie des côtes du pôle boréal a été réduite et figurée d'après les cartes les plus étendues, les plus nouvelles, et les plus estimées. Le nord de l'Asie, depuis la Nouvelle-Zemble et Archangel au cap Szalaginski, la côte des Tschutschis et du Kamtschatka, ainsi que les îles Aleutes, ont été réduites sur la grande carte de l'empire de Russie, publiée l'année dernière 1777. Les *îles aux Renards*[1] ont été relevées sur la carte manuscrite de l'expédition du pilote *Ottcheredin* en 1774, qui m'a été envoyée par M. de Domascheneff, président de l'Académie de Saint-Pétersbourg; celles d'*Anadir*, ainsi que la *Stachta nitada*, grande terre à l'est où les Tschutschis commercent, et les pointes des côtes de l'Amérique reconnues par Tschirikow et Béring, qui ne sont pas représentées dans la grande carte de l'empire de Russie, le sont ici d'après celle que l'Académie de Pétersbourg a publiée en 1773 : mais il faut avouer que la longitude de ces points est encore incertaine, et que cette côte occidentale de l'Amérique est bien peu connue au-delà du cap Blanc, qui gît environ sous le quarante-troisième degré de latitude. La position du Kamtschatka est aujourd'hui bien déterminée dans la carte russe de 1777 : mais celle des terres de l'Amérique vis-à-vis Kamtschatka n'est pas aussi certaine. Cependant on ne peut guère douter que la grande terre désignée sous le nom de *Stachta nitada*, et les terres découvertes par Bering et Tschirikow, ne soient des portions du continent de l'Amérique. On assure que le roi d'Espagne a envoyé nouvellement quelques personnes pour reconnaître cette côte occidentale de l'Amérique, depuis le cap Mendocin jusqu'au cinquante-sixième degré de latitude : ce projet me paraît bien conçu; car c'est depuis le quarante-troisième au cinquante-sixième degré qu'il est à présumer qu'on trouvera une communication de la mer Pacifique avec la baie d'Hudson.

La position et la figure du Spitzberg sont tracées sur notre carte d'après celle du capitaine Phipps; le Groenland, les baies de Baffin et d'Hudson, et les grands lacs de l'Amérique, le sont d'après les meilleures cartes de différents voyageurs qui ont découvert ou fréquenté ces parages. Par cette réunion, on aura sous les yeux les gisements relatifs de toutes les parties des continents polaires et des passages tentés

[1] Il est aussi fait mention de ces îles aux Renards dans un voyage fait en 1776 par les Russes, sous la conduite de M. Solowiew : il nomme *Unalaschka* l'une de ces îles, et dit qu'elle est à dix-huit cents wersts de Kamtschatka, et qu'elle est longue d'environ deux cents wersts : la seconde de ces îles s'appelle *Ummack*; elle est longue d'environ cent cinquante wersts; une troisième, *Akutan*, a environ quatre-vingts wersts de longueur; enfin, une quatrième qui s'appelle *Radjack* ou *Radjack*, est la plus voisine de l'Amérique. Ces quatre îles sont accompagnées de quatre autres îles plus petites; ce voyageur dit aussi qu'elles sont toutes assez peuplées, et il décrit les habitudes naturelles de ces insulaires qui vivent sous terre la plus grande partie de l'année : on a donné le nom d'*îles aux Renards* à ces îles, parce qu'on y trouve beaucoup de renards noirs, bruns et roux.

pour tourner par le nord et à l'est de l'Asie : on y verra les nouvelles découvertes qui se sont faites dans cette partie de mer entre l'Asie et l'Amérique jusqu'au cercle polaire ; et l'on remarquera que la terre avancée de Szalaginski, s'étendant jusqu'au soixante-treizième ou soixante-quatorzième degré de latitude, il n'y a nulle apparence qu'on puisse doubler ce cap, et qu'on le tenterait sans succès, soit en venant par la mer glaciale le long des côtes septentrionales de l'Asie, soit en remontant du Kamtschatka et tournant autour de la terre des Tschutschis ; de sorte qu'il est plus que probable que toute cette région au-delà du soixante-quatorzième degré est actuellement glacée et inabordable. D'ailleurs tout nous porte à croire que les deux continents de l'Amérique et de l'Asie peuvent être contigus à cette hauteur, puisqu'ils sont voisins aux environs du cercle polaire, n'étant séparés que par des bras de mer entre les îles qui se trouvent dans cet espace, et dont l'une paraît être d'une très-grande étendue.

J'observerai encore qu'on ne voit pas sur la nouvelle carte de l'empire de Russie la navigation faite en 1646 par trois vaisseaux russes, dont on prétend que l'un est arrivé au Kamtschatka par la mer Glaciale : la route de ce vaisseau est même tracée par des points dans la carte publiée par l'Académie de Pétersbourg en 1773. J'ai donné ci-devant les raisons qui me faisaient regarder comme très-suspecte cette navigation ; et aujourd'hui ces mêmes raisons me paraissent bien confirmées, puisque dans la nouvelle carte russe faite en 1777, on a supprimé la route de ce vaisseau, quoique donnée dans la carte de 1773 ; et quand même, contre toute apparence, ce vaisseau unique aurait fait cette route en 1646, l'augmentation des glaces, depuis cent trente-deux ans, pourrait la rendre impraticable aujourd'hui, puisque dans le même espace de temps le détroit de Waigatz s'est entièrement glacé, et que la navigation de la mer du nord de l'Asie, à commencer de l'embouchure de l'Oby jusqu'à celle du Kolima, est devenue bien plus difficile qu'elle ne l'était alors, au point que les Russes l'ont pour ainsi dire abandonnée, et que ce n'est qu'en partant de Kamtschatka qu'ils ont tenté des découvertes sur les côtes occidentales de l'Amérique : ainsi, nous présumons que si l'on a pu passer autrefois de la mer Glaciale dans celle de Kamtschatka, ce passage doit être aujourd'hui fermé par les glaces. On assure que M. Cook a entrepris un troisième voyage, et que ce passage est l'un des objets de ses recherches : nous attendons avec impatience le résultat de ses découvertes, quoique je sois persuadé d'avance qu'il ne reviendra pas en Europe par la mer Glaciale de l'Asie ; mais ce grand homme de mer fera peut-être la découverte du passage du nord-ouest depuis la mer Pacifique à la baie d'Hudson.

Nous avons ci-devant exposé les raisons qui semblent prouver que les eaux de la baie d'Hudson communiquent avec cette mer ; les grandes marées venant de l'ouest dans cette baie suffisent pour le démontrer : il ne s'agit donc que de trouver l'ouverture de cette baie vers l'ouest. Mais on a jusqu'à ce jour vainement tenté cette découverte par les obstacles que les glaces opposent à la navigation dans le détroit d'Hudson et dans la baie même ; je suis donc persuadé que M. Cook ne la tentera pas de ce côté-là, mais qu'il se portera au-dessus de la côte de Californie, et qu'il trouvera le passage sur cette côte au-delà du quarante-troisième degré. Dès l'année 1592, *Juan de Fuca*, pilote espagnol, trouva une grande ouverture sur cette côte sous les quarante-septième et quarante-huitième degrés, et y pénétra si loin, qu'il crut être arrivé dans la mer du nord. En 1602, d'*Aguilar* trouva cette côte ouverte sous le quarante-troisième degré ; mais il ne pénétra pas bien avant dans ce détroit. Enfin on voit, par une relation publiée en Anglais, qu'en 1640 l'amiral *de Fonte*, Espagnol, trouva sous le cinquante-quatrième degré un détroit ou large rivière, et qu'en la remontant il arriva à un grand archipel, et ensuite à un lac de cent soixante lieues de longueur sur soixante de largeur, aboutissant à un détroit de deux ou trois lieues de largeur, où la marée, portant à l'est, était très-violente, et où il rencontra un vaisseau venant de Boston : quoique l'on ait regardé cette relation comme très-suspecte, nous ne la rejeterons pas en entier, et nous avons cru devoir présenter ici ces reconnaissances d'après la carte de M. de l'Isle, sans prétendre les garantir ; mais en réunissant la probabilité de ces découvertes de de Fonte avec celles d'Aguilar et de Juan de Fuca, il en résulte que la côte occidentale de l'Amérique septentrionale au-dessus du cap Blanc est ouverte par plusieurs détroits ou bras de mer, depuis le quarante-troisième degré jusqu'au cinquante-quatre ou cinquante-cinquième, et que c'est dans cet

intervalle où il est presque certain que M. Cook trouvera la communication avec la baie d'Hudson; et cette découverte achèverait de le combler de gloire.

Ma présomption à ce sujet est non-seulement fondée sur les reconnaissances faites par d'Aguilar, Juan de Fuca et de Fonte, mais encore sur une analogie physique qui ne se dément dans aucune partie du globe : c'est que toutes les grandes côtes des continents sont pour ainsi dire hachées et entamées du midi au nord, et qu'ils finissent tous en pointe vers le midi. La côte nord-ouest de l'Amérique présente une de ces hachures, et c'est la mer Vermeille; mais au-dessus de la Californie, nos cartes ne nous offrent, sur une étendue de quatre cents lieues, qu'une terre continue sans rivières et sans autres coupures que les trois ouvertures reconnues par d'Aguilar, Fuca et de Fonte. Or, cette continuité des côtes, sans anfractuosités, ni baies, ni rivières, est contraire à la nature; et cela seul suffit pour démontrer que ces côtes n'ont été tracées qu'au basard sur toutes nos cartes, sans avoir été reconnues, et que, quand elles le seront, on y trouvera plusieurs golfes et bras de mer par lesquels on arrivera à la baie d'Hudson, ou dans les mers intérieures qui la précèdent du côté de l'ouest.

INTRODUCTION
A L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

DES ÉLÉMENTS.

PREMIÈRE PARTIE.

DE LA LUMIÈRE, DE LA CHALEUR ET DU FEU.

Les puissances de la nature, autant qu'elles nous sont connues, peuvent se réduire à deux forces primitives, celle qui cause la pesanteur, et celle qui produit la chaleur. La force d'impulsion leur est subordonnée; elle dépend de la première pour ses effets particuliers, et tient à la seconde pour l'effet général : comme l'impulsion ne peut s'exercer qu'au moyen du ressort, et que le ressort n'agit qu'en vertu de la force qui rapproche les parties éloignées, il est clair que l'impulsion a besoin, pour opérer, du concours de l'attraction; car si la matière cessait de s'attirer, si les corps perdaient leur cohérence, tout ressort ne serait-il pas détruit, toute communication de mouvement interceptée, toute impulsion nulle, puisque, dans le fait[1], le mouvement ne se communique et ne peut se transmettre d'un corps à un autre que par l'élasticité; qu'enfin on peut démontrer qu'un corps parfaitement dur, c'est-à-dire absolument inflexible, serait en même temps absolument immobile et tout à fait incapable de recevoir l'action d'un autre corps[2]? L'attraction étant un effet général, constant et permanent, l'impulsion, qui dans la plupart des corps est particulière, et n'est ni constante ni permanente, en dépend donc comme un effet particulier dépend d'un effet général; car, au contraire, si toute impulsion était détruite, l'attraction subsiste-

[1] Pour une plus grande intelligence, je prie mes lecteurs de revoir la seconde partie de l'article de cet ouvrage qui a pour titre : *De la Nature, seconde vue.*

[2] La communication du mouvement a toujours été regardée comme une vérité d'expérience; les plus grands mathématiciens se sont contentés d'en calculer les résultats dans les différentes circonstances, et nous ont donné sur cela des règles et des formules où ils ont employé beaucoup d'art : mais personne, ce me semble, n'a jusqu'ici considéré la nature intime du mouvement, et n'a tâché de se représenter et de présenter aux autres la manière physique dont le mouvement se transmet et passe d'un corps à un autre corps. On a prétendu que les corps durs pouvaient le recevoir comme les corps à ressorts, et, sur cette hypothèse dénuée de preuves, on a fondé des propositions et des calculs dont on a tiré une infinité de fausses conséquences : car les corps, supposés durs et parfaitement inflexibles, ne pourraient recevoir le mouvement. Pour le prouver, soit un globe parfaitement dur, c'est-à-dire inflexible dans toutes ses parties; chacune de ces parties ne pourra par conséquent être rapprochée ou éloignée de la partie voisine, sans quoi cela serait contre la supposition : donc, dans un globe parfaitement dur, les parties ne peuvent recevoir aucun déplacement, aucun changement, aucune action; car si elles recevaient une action, elles auraient une réaction, les corps ne pouvant réagir qu'en agissant. Puis donc que toutes les parties prises séparément ne peuvent recevoir aucune action, elles ne peuvent en communiquer; la partie postérieure, qui est frappée la première, ne pourra pas communiquer le mouvement à la partie antérieure, puisque cette partie postérieure, qui a été supposée inflexible, ne peut pas changer, eu égard aux autres parties : donc il serait impossible de communiquer aucun mouvement à un corps inflexible. Mais l'expérience nous apprend qu'on communique le mouvement à tous les corps : donc tous les corps sont à ressort; donc il n'y a point de corps parfaitement durs et inflexibles dans la nature. Un de mes amis (M. Gueneau de Montbeillard), homme d'un excellent esprit, m'a écrit à ce sujet dans les termes suivants : « De la supposition de l'immobilité absolue des corps absolument durs, il suit qu'il ne faudrait peut-être qu'un pied cube de cette matière pour arrêter tout le mouvement de l'univers connu : et si cette immobilité absolue était prouvée, il semble que ce n'est point assez de dire qu'il n'existe point de ces corps dans la nature, et qu'on peut les traiter d'impossibles, et dire que la supposition de leur existence est absurde; car le mouvement provenant du ressort leur ayant été refusé, ils ne peuvent dès lors être capables du mouvement provenant de l'attraction, qui est, par l'hypothèse, la cause du ressort. »

rait et n'en agirait pas moins, tandis que celle-ci venant à cesser, l'autre serait non-seulement sans exercice, mais même sans existence : c'est donc cette différence essentielle qui subordonne l'impulsion à l'attraction dans toute matière brute et purement passive.

Mais cette impulsion, qui ne peut ni s'exercer ni se transmettre dans les corps bruts qu'au moyen du ressort, c'est-à-dire du secours de la force d'attraction, dépend encore plus immédiatement, plus généralement, de la force qui produit la chaleur : car c'est principalement par le moyen de la chaleur que l'impulsion pénètre dans les corps organisés ; c'est par la chaleur qu'ils se forment, croissent et se développent. On peut rapporter à l'attraction seule tous les effets de la matière brute, et à cette même force d'attraction jointe à celle de la chaleur, tous les phénomènes de la matière vive.

J'entends par matière vive, non-seulement tous les êtres qui vivent ou végètent, mais encore toutes les molécules organiques vivantes, dispersées et répandues dans les détriments ou résidus des corps organisés : je comprends encore dans la matière vive celle de la lumière, du feu, de la chaleur; en un mot, toute matière qui nous paraît être active par elle-même. Or, cette matière vive tend toujours du centre à la circonférence, au lieu que la matière brute tend au contraire de la circonférence au centre; c'est une force expansive qui anime la matière vive, et c'est une force attractive à laquelle obéit la matière brute. Quoique les directions de ces deux forces soient diamétralement opposées, l'action de chacune ne s'en exerce pas moins ; elles se balancent sans jamais se détruire, et de la combinaison de ces deux forces également actives résultent tous les phénomènes de l'univers.

Mais, dira-t-on, vous réduisez toutes les puissances de la nature à deux forces, l'une attractive et l'autre expansive, sans donner la cause ni de l'une ni de l'autre, et vous subordonnez à toutes deux l'impulsion, qui est la seule force dont la cause nous soit connue et démontrée par le rapport de nos sens : n'est-ce pas abandonner une idée claire, et y substituer deux hypothèses obscures ?

A cela je réponds que, ne connaissant rien que par comparaison, nous n'aurons jamais d'idée de ce qui produit un effet général, parce que cet effet appartenant à tout, on ne peut dès lors le comparer à rien. Demander quelle est la cause de la force attractive, c'est exiger qu'on nous dise la raison pourquoi toute la matière s'attire. Or ne nous suffit-il pas de savoir que réellement toute la matière s'attire, et n'est-il pas aisé de concevoir que cet effet étant général, nous n'avons nul moyen de le comparer, et par conséquent nulle espérance d'en connaître jamais la cause ou la raison? Si l'effet, au contraire, était particulier comme celui de l'attraction de l'aimant et du fer, on doit espérer d'en trouver la cause, parce qu'on peut le comparer à d'autres effets particuliers, ou le ramener à l'effet général. Ceux qui exigent qu'on leur donne la raison d'un effet général, ne connaissent ni l'étendue de la nature ni les limites de l'esprit humain. Demander pourquoi la matière est étendue, pesante, impénétrable, sont moins des questions que des propos mal conçus, et auxquels on ne doit aucune réponse. Il en est de même de toute propriété particulière lorsqu'elle est essentielle à la chose : demander, par exemple, pourquoi le rouge est rouge, serait une interrogation puérile, à laquelle on ne doit pas répondre. Le philosophe est tout près de l'enfant lorsqu'il fait de semblables demandes ; et autant on peut les pardonner à la curiosité non réfléchie du dernier, autant le premier doit les rejeter et les exclure de ses idées.

Puis donc que la force d'attraction et la force d'expansion sont deux effets généraux, on ne doit pas nous en demander les causes ; il suffit qu'ils soient généraux et tous deux réels, tous deux bien constatés, pour que nous devions les prendre eux-mêmes pour causes des effets particuliers; et l'impulsion est un de ces effets qu'on ne doit pas regarder comme une cause générale connue ou démontrée par le rapport de nos sens, puisque nous avons prouvé que cette force d'impulsion ne peut exister ni agir qu'au moyen de l'attraction qui ne tombe point sous nos sens. Rien n'est plus évident, disent certains philosophes, que la communication du mouvement par l'impulsion ; il suffit qu'un corps en choque un autre pour que cet effet suive : mais, dans ce sens même, la cause de l'attraction n'est-elle pas encore plus évidente et bien plus générale, puisqu'il suffit d'abandonner un corps pour qu'il tombe et prenne du mouvement sans choc? le mouvement appartient donc, dans tous les cas, encore plus à l'attraction qu'à l'impulsion.

Cette première réduction étant faite, il serait peut-être possible d'en faire une seconde, et de rameuer la puissance même de l'expansion à celle de l'attraction, en sorte que toutes les forces de la matière dépendraient d'une seule force primitive : du moins cette idée me paraîtrait bien digne de la sublime simplicité du plan sur lequel opère la nature. Or, ne pouvons-nous pas concevoir que cette attraction se change en répulsion toutes les fois que les corps s'approchent d'assez près pour éprouver un frottement ou un choc des uns contre les autres? L'impénétrabilité, qu'on ne doit pas regarder comme une force, mais comme une résistance essentielle à la matière, ne permettant pas que deux corps puissent occuper le même espace, que doit-il arriver lorsque deux molécules, qui s'attirent d'autant plus puissamment qu'elles s'approchent de plus pres, viennent tout à coup à se heurter? Cette résistance invincible de l'impénétrabilité ne devient-elle pas alors une force active, ou plutôt réactive, qui, dans le contact, repousse les corps avec autant de vitesse qu'ils en avaient acquis au moment de se toucher? et dès lors la force expansive ne sera point une force particulière opposée à la force attractive, mais un effet qui en dérive, et qui se manifeste toutes les fois que les corps se choquent ou frottent les uns contre les autres.

J'avoue qu'il faut supposer dans chaque molécule de matière, dans chaque atome quelconque, un ressort parfait, pour concevoir clairement comment s'opère ce changement de l'attraction en répulsion : mais cela même nous est assez indiqué par les faits; plus la matière s'atténue et plus elle prend du ressort. La terre et l'eau, qui en sont les agrégats les plus grossiers, ont moins de ressort que l'air; et le feu, qui est le plus subtil des éléments, est aussi celui qui a le plus de force expansive : les plus petites molécules de la matière, les plus petits atomes que nous connaissions sont ceux de la lumière; et l'on sait qu'ils sont parfaitement élastiques, puisque l'angle sous lequel la lumière se réfléchit est toujours égal à celui sous lequel elle arrive : nous pouvons donc en inférer que toutes les parties constitutives de la matière en général sont à ressort parfait, et que ce ressort produit tous les effets de la force expansive, toutes les fois que les corps se heurtent ou se frottent en se rencontrant dans des directions opposées.

L'expérience me paraît parfaitement d'accord avec ces idées. Nous ne connaissons d'autres moyens de produire du feu que par le choc ou le frottement des corps : car le feu que nous produisons par la réunion des rayons de la lumière, ou par l'application du feu déjà produit à des matières combustibles, n'a-t-il pas néanmoins la même origine à laquelle il faudra toujours remonter, puisqu'en supposant l'homme sans miroirs ardents et sans feu actuel, il n'aura d'autres moyens de produire le feu qu'en frottant ou choquant des corps solides les uns contre les autres [1] ?

La force expansive pourrait donc bien n'être, dans le réel, que la réaction de la force attractive, réaction qui s'opère toutes les fois que les molécules primitives de la matière, toujours attirées les unes par les autres, arrivent à se toucher immédiatement : car dès lors il est nécessaire qu'elles soient repoussées avec autant de vitesse qu'elles en avaient acquis en direction contraire au moment du contact [2], et lorsque

[1] Le feu que produit quelquefois la fermentation des herbes entassées, celui qui se manifeste dans les effervescences, ne sont pas une exception qu'on puisse m'opposer, puisque cette production du feu par la fermentation et par l'effervescence dépend, comme toute autre, de l'action ou du choc des parties de la matière les unes contre les autres.

[2] Il est certain, me dira-t-on, que les molécules rejailliront après le contact, parce que leur vitesse à ce point, et qui leur est rendue par le ressort, est la somme des vitesses acquises dans tous les moments précédents, par l'effet continuel de l'attraction, et par conséquent doit l'emporter sur l'effort instantané de l'attraction dans le seul moment du contact. Mais ne sera-t-elle pas continuellement retardée, et enfin détruite, lorsqu'il y aura équilibre entre la somme des efforts de l'attraction avant le contact, et la somme des efforts de l'attraction après le contact? Comme cette question pourrait faire naître des doutes ou laisser quelques nuages sur cet objet qui, par lui-même, est difficile à saisir, je vais tâcher d'y satisfaire en m'expliquant encore plus clairement. Je suppose deux molécules, ou, pour rendre l'image plus sensible, deux grosses masses de matière, telles que la lune et la terre, toutes deux douées d'un ressort parfait dans toutes les parties de leur intérieur : qu'arriverait-il à ces deux masses isolées de toute autre matière, si tout leur mouvement progressif était tout à coup arrêté, et qu'il ne restât à chacune d'elles que leur force d'attraction réciproque? Il est claire que dans cette supposition la lune et la terre se précipiteraient l'une vers l'autre, avec une vitesse qui augmenterait à chaque moment dans la même raison que diminuerait le carré de leur distance. Les vitesses acquises seront donc immenses au point de contact, ou, si l'on veut, au moment de leur choc; et dès lors ces deux corps, que nous avons supposés à ressort parfait, et libres de tous autres empêchements, c'est-à-dire entièrement isolés, rejailliront chacun, et s'éloigneront l'un et l'autre dans la direction opposée, et avec la même vitesse qu'ils avaient acquise au point du contact, vitesse qui, quoique diminuée continuellement par leur attraction réciproque, ne laisserait pas de les porter d'abord au même lieu d'où ils sont partis, mais encore infiniment plus loin, parce que la retardation du mouvement est ici en ordre inverse de celui de l'accélération,

ces molécules sont absolument libres de toute cohérence, et qu'elles n'obéissent qu'au seul mouvement produit par leur attraction, cette vitesse acquise est immense dans le point du contact. La chaleur, la lumière, le feu, qui sont les plus grands effets de la force expansive, seront produits toutes les fois qu'artificiellement ou naturellement les corps seront divisés en parties très-petites, et qu'ils se rencontreront dans des directions opposées; et la chaleur sera d'autant plus sensible, la lumière d'autant plus vive, le feu d'autant plus violent, que les molécules se seront précipitées les unes contre les autres avec plus de vitesse par leur force d'attraction mutuelle.

De là on doit conclure que toute matière peut devenir lumière, chaleur, feu; qu'il suffit que les molécules d'une substance quelconque se trouvent dans une situation de liberté, c'est-à-dire dans un état de division assez grande et de séparation telle, qu'elles puissent obéir sans obstacle à toute la force qui les attire les unes vers les autres : car, dès qu'elles se rencontreront, elles réagiront les unes contre les autres, et se fuiront en s'éloignant avec autant de vitesse qu'elles en avaient acquis au moment du contact, qu'on doit regarder comme un vrai choc, puisque deux molécules qui s'attirent mutuellement ne peuvent se rencontrer qu'en direction contraire. Ainsi, la lumière, la chaleur et le feu ne sont pas des matières particulières, des matières différentes de toute autre matière; ce n'est toujours que la même matière, qui n'a subi d'autre altération, d'autre modification, qu'une grande division de parties, et une direction de mouvement en sens contraire par l'effet du choc et de la réaction.

Ce qui prouve assez évidemment que cette matière du feu et de la lumière n'est pas une substance différente de toute autre matière, c'est qu'elle conserve toutes les qualités essentielles, et même la plupart des attributs de la matière commune. 1° La lumière, quoique composée de particules presque infiniment petites, est néanmoins encore divisible, puisqu'avec le prisme on sépare les uns des autres les rayons, ou, pour parler plus clairement, les atomes différemment colorés. 2° La lumière, quoique douée en apparence d'une qualité tout opposée à celle de la pesanteur, c'est-à-dire d'une volatilité qu'on croirait lui être essentielle, est néanmoins pesante comme toute autre matière, puisqu'elle fléchit toutes les fois qu'elle passe auprès des autres corps, et qu'elle se trouve à portée de leur sphère d'attraction. Je dois même dire qu'elle est fort pesante, relativement à son volume, qui est d'une petitesse extrême, puisque la vitesse immense avec laquelle la lumière se meut en ligne directe, ne l'empêche pas d'éprouver assez d'attraction près des autres corps, pour que sa direction s'incline et change d'une manière très-sensible à nos yeux. 3° La substance de la lumière n'est pas plus simple que celle de toute autre matière, puisqu'elle est composée de parties d'inégale pesanteur, que le rayon rouge est beaucoup plus pesant que le rayon violet, et qu'entre ces deux extrêmes elle contient une infinité de rayons intermédiaires, qui approchent plus ou moins de la pesanteur du rayon rouge ou de la légèreté du rayon violet. Toutes ces conséquences dérivent nécessairement des phénomènes de l'inflexion de la lumière et de sa réfraction [1], qui, dans le réel, n'est qu'une

et que la vitesse acquise au point du choc étant immense, les efforts de l'attraction ne pourront la réduire à zéro qu'à une distance dont le carré serait également immense; en sorte que si le contact était absolu, et que la distance de deux corps qui se choquent fût absolument nulle, ils s'éloigneraient l'un de l'autre jusqu'à une distance infinie : et c'est à peu près ce que nous voyons arriver à la lumière et au feu, dans le moment de l'inflammation des matières combustibles; car, dans l'instant même, elles lancent leur lumière à une très-grande distance, quoique les particules qui se sont converties en lumière fussent auparavant très-voisines les unes des autres.

[1] L'attraction universelle agit sur la lumière : il ne faut, pour s'en convaincre, qu'examiner les cas extrêmes de la réfraction. Lorsqu'un rayon de lumière passe à travers un cristal, sous un certain angle d'obliquité, la direction change tout à coup, et, au lieu de continuer sa route, rentre dans le cristal et se réfléchit. Si la lumière passe du verre dans le vide, toute la force de cette puissance s'exerce, et le rayon est contraint de rentrer et rentre dans le verre par un effet de son attraction que rien ne balance; si la lumière passe du cristal dans l'air, l'attraction du cristal, plus forte que celle de l'air, la ramène encore, mais avec moins de force, parce que cette attraction du verre est en partie détruite par celle de l'air qui agit en sens contraire sur le rayon de lumière. Si ce rayon passe du cristal dans l'eau, l'effet est bien moins sensible; le rayon rentre à peine, parce que l'attraction du cristal est presque toute détruite par celle de l'eau, qui s'oppose à son action; enfin, si la lumière passe du cristal dans le cristal, comme les deux attractions sont égales, l'effet s'évanouit et le rayon continue sa route. D'autres expériences démontrent que cette puissance attractive, ou cette force réfringente est toujours à très-peu près proportionnelle à la densité des matières transparentes, à l'exception des corps onctueux et sulfureux, dont la force réfringente est plus grande, parce que la lumière a plus d'analogie, plus de rapport de nature avec les matières inflammables qu'avec les autres matières.

Mais s'il restait quelque doute sur cette attraction de la lumière vers les corps, qu'on jette les yeux sur les inflexions que souffre un rayon lorsqu'il passe fort près de la surface d'un corps : un trait de lumière ne peut entrer par un très-petit

inflexion qui s'opère lorsque la lumière passe à travers les corps transparents. 4° On peut démontrer que la lumière est massive, et qu'elle agit, dans quelques cas, comme agissent tous les autres corps : car, indépendamment de son effet ordinaire, qui est de briller à nos yeux, et de son action propre, toujours accompagnée d'éclat et souvent de chaleur, elle agit par sa masse lorsqu'on la condense en la réunissant, et elle agit au point de mettre en mouvement des corps assez pesants placés au foyer d'un bon miroir ardent; elle fait tourner une aiguille sur un pivot placé à son foyer ; elle pousse, déplace et chasse les feuilles d'or et d'argent qu'on lui présente avant de les fondre, et même avant de les échauffer sensiblement. Cette action produite par sa masse est la première et précède celle de la chaleur; elle s'opère entre la lumière condensée et les feuilles de métal, de la même façon qu'elle s'opère entre deux autres corps qui deviennent contigus, et par conséquent la lumière a encore cette propriété commune avec toute autre matière. 5° Enfin, on sera forcé de convenir que la lumière est un mixte, c'est-à-dire, une matière composée comme la matière commune, non-seulement de parties plus grosses et plus petites, plus ou moins pesantes, plus ou moins mobiles, mais encore différemment figurées. Quiconque aura réfléchi sur les phénomenes que Newton appelle *les accès de facile réflexion et de facile transmission de la lumière*, et sur les effets de la double réfraction du cristal de roche, et du spath appelé cristal d'Islande, ne pourra s'empêcher de reconnaître que les atomes de la lumière ont plusieurs côtés, plusieurs faces différentes, qui, selon qu'elles se présentent, produisent constamment des effets différents [1].

En voilà plus qu'il n'en faut pour démontrer que la lumière n'est pas une matière particulière ni différente de la matière commune ; que son essence est la même, ses propriétés essentielles les mêmes; qu'enfin elle n'en diffère que parce qu'elle a subi dans le point du contact la répulsion d'où provient sa volatilité. Et de la même manière que l'effet de la force d'attraction s'étend à l'infini, toujours en décroissant comme l'espace augmente, les effets de la répulsion s'étendent et décroissent de même, mais en ordre inverse ; en sorte que l'on peut appliquer à la force expansive tout ce que l'on sait de la force attractive : ce sont pour la nature deux instruments de même espece, ou plutôt ce n'est que le même instrument qu'elle manie dans deux sens opposés.

Toute matière deviendra lumière dès que, toute cohérence étant détruite, elle se trouvera divisée en molécules suffisamment petites, et que ces molécules, étant en liberté, seront déterminées par leur attraction mutuelle à se précipiter les unes contre les autres. Dans l'instant du choc, la force répulsive s'exercera, les molécules se fuiront en tout sens avec une vitesse presque infinie, laquelle néanmoins n'est qu'égale à leur vitesse acquise au moment du contact : car la loi de l'attraction étant d'augmenter comme l'espace diminue, il est évident qu'au contact l'espace toujours proportionnel au carré de la distance, devient nul, et que par conséquent la vitesse acquise en vertu de l'attraction doit à ce point devenir presque infinie. Cette vitesse serait même infinie si le contact était immédiat ; et par conséquent la distance entre les deux corps absolument nulle : mais, comme nous l'avons souvent répété, il n'y a rien d'absolu, rien de parfait dans la nature, et de même rien d'absolument grand, rien d'absolument petit, rien d'entièrement nul, rien de vraiment infini; et tout ce que j'ai dit de la petitesse *infinie* des atomes qui constituent la lumière, de leur ressort *parfait*, de la distance *nulle* dans le moment du contact, ne doit s'entendre qu'avec restriction. Si l'on pouvait douter de cette vérité métaphysique, il serait possible d'en donner une démonstration physique, sans même nous écarter de notre sujet. Tout le monde sait que la lumière emploie environ sept

trou, dans une chambre obscure, sans être puissamment attiré vers les bords du trou ; ce petit faisceau de rayons se divise, chaque rayon voisin de la circonférence du trou se plie vers cette circonférence, et cette inflexion produit des franges colorées, des apparences constantes, qui sont l'effet de l'attraction de la lumière vers les corps voisins. Il en est de même des rayons qui passent entre deux lames de couteaux : les uns se plient vers la lame supérieure, les autres vers la lame inférieure : il n'y a que ceux du milieu qui, souffrant une égale attraction des deux côtés, ne sont pas détournés, et suivent leur direction.

[1] Chaque rayon de lumière a deux côtés opposés, doués originairement d'une propriété d'où dépend la réfraction extraordinaire du cristal, et deux autres côtés opposés, qui n'ont pas cette propriété. (*Optique* de Newton, *question XXVI, traduction* de Coste.)

Nota. Cette propriété dont parle ici Newton ne peut dépendre que de l'étendue ou de la figure de chacun des côtés des rayons, c'est-à-dire des atomes de lumière. *Voyez cet article en entier dans Newton.*

minutes et demie de temps à venir du soleil jusqu'à nous : supposant donc le soleil à trente-six millions de lieues, la lumière parcourt cette énorme distance en sept minutes et demie, ou, ce qui revient au même (supposant son mouvement uniforme), quatre-vingt mille lieues en une seconde. Cette vitesse, quoique prodigieuse, est néanmoins bien éloignée d'être infinie, puisqu'elle est déterminable par les nombres ; elle cessera même de paraître prodigieuse lorsqu'on réfléchira que la nature semble marcher en grand presque aussi vite qu'en petit : il ne faut pour cela que supputer la célérité du mouvement des comètes à leur périhélie, ou même celle des planètes qui se meuvent le plus rapidement, et l'on verra que la vitesse de ces masses immenses, quoique moindre, se peut néanmoins comparer d'assez près avec celle de nos atomes de lumière.

Et de même que toute matière peut se convertir en lumière par la division et la répulsion de ses parties excessivement divisées, lorsqu'elles éprouvent un choc des unes contre les autres, la lumière peut aussi se convertir en toute autre matière par l'addition de ses propres parties, accumulées par l'attraction des autres corps. Nous verrons dans la suite que tous les éléments sont convertibles ; et si l'on a douté que la lumière, qui paraît être l'élément le plus simple, pût se convertir en substance solide, c'est que, d'une part, on n'a pas fait assez d'attention à tous les phénomènes, et que, d'autre part, on était dans le préjugé qu'étant essentiellement volatile, elle ne pouvait jamais devenir fixe. Mais n'avons-nous pas prouvé que la fixité et la volatilité dépendent de la même force attractive dans le premier cas, devenue répulsive dans le second? et dès lors ne sommes-nous pas fondés à croire que ce changement de la matière fixe en lumière, et de la lumière en matière fixe, est une des plus fréquentes opérations de la nature?

Après avoir montré que l'impulsion dépend de l'attraction ; que la force expansive est la même que la force attractive devenue négative; que la lumière, et à plus forte raison la chaleur et le feu, ne sont que des manières d'être de la matière commune ; qu'il n'existe en un mot qu'une seule force et une seule matière toujours prête à s'attirer ou à se repousser suivant les circonstances ; recherchons comment, avec ce seul ressort et ce seul sujet, la nature peut varier ses œuvres à l'infini. Nous mettrons de la méthode dans cette recherche, et nous en présenterons les résultats avec plus de clarté, en nous abstenant de comparer d'abord les objets les plus éloignés, les plus opposés, comme le feu et l'eau, l'air et la terre, et en nous conduisant au contraire par les mêmes degrés, par les mêmes nuances douces que suit la nature dans toutes ses démarches. Comparons donc les choses les plus voisines, et tâchons d'en saisir les différences, c'est-à-dire les particularités, et de les présenter avec encore plus d'évidence que leurs généralités. Dans le point de vue général, la lumière, la chaleur et le feu ne font qu'un seul objet; mais, dans le point de vue particulier, ce sont trois objets distincts, trois choses qui, quoique se ressemblant par un grand nombre de propriétés, diffèrent néanmoins par un petit nombre d'autres propriétés assez essentielles pour qu'on puisse les regarder comme trois choses différentes, et qu'on doive les comparer une à une.

Quelles sont d'abord les propriétés communes de la lumière et du feu? quelles sont aussi leurs propriétés différentes? La lumière, dit-on, et le feu élémentaire, ne sont qu'une même chose, une seule substance. Cela peut être; mais comme nous n'avons pas encore d'idée nette du feu élémentaire, abstenons-nous de prononcer sur ce premier point. La lumière et le feu, tels que nous les connaissons, ne sont-ils pas au contraire deux choses différentes, deux substances distinctes et composées différemment? Le feu est à la vérité très-souvent lumineux ; mais quelquefois aussi le feu existe sans aucune apparence de lumière : le feu, soit lumineux, soit obscur, n'existe jamais sans une grande chaleur, tandis que la lumière brille souvent avec éclat sans la moindre chaleur sensible. La lumière paraît être l'ouvrage de la nature; le feu n'est que le produit de l'industrie de l'homme : la lumière subsiste, pour ainsi dire, par elle-même, et se trouve répandue dans les espaces immenses de l'univers entier; le feu ne peut subsister qu'avec des aliments, et ne se trouve qu'en quelques points de l'espace où l'homme le conserve, et dans quelques endroits de la profondeur de la terre, où il se trouve également entretenu par des aliments convenables. La lumière, à la vérité, lorsqu'elle est condensée, réunie par l'art de l'homme, peut produire du feu ; mais ce n'est qu'autant qu'elle tombe sur des matiè-

res combustibles. La lumière n'est donc tout au plus, et dans ce seul cas, que le principe du feu, et non pas le feu; ce principe même n'est pas immédiat; il en suppose un intermédiaire, et c'est celui de la chaleur qui paraît tenir encore de plus près que la lumière à l'essence du feu. Or, la chaleur existe tout aussi souvent sans lumière que la lumière existe sans chaleur; ces deux principes ne paraissent donc pas nécessairement liés ensemble; leurs effets ne sont ni simultanés ni contemporains, puisque dans de certaines circonstances on sent de la chaleur longtemps avant que la lumière paraisse, et que dans d'autres circonstances on voit de la lumière longtemps avant de sentir de la chaleur, et même sans en sentir aucune.

Dès lors la chaleur n'est-elle pas une autre manière d'être, une modification de la matière, qui diffère à la vérité moins que toute autre de celle de la lumière, mais qu'on peut néanmoins considérer à part, et qu'on devrait concevoir encore plus aisément? Car la facilité plus ou moins grande que nous avons à concevoir les opérations différentes de la nature, dépend de celle que nous avons d'y appliquer nos sens. Lorsqu'un effet de la nature tombe sous deux de nos sens, la vue et le toucher, nous croyons en avoir une pleine connaissance; un effet qui n'affecte que l'un ou l'autre de ces deux sens nous paraît plus difficile à connaître, et, dans ce cas, la facilité ou la difficulté d'en juger dépend du degré de supériorité qui se trouve entre nos sens. La lumière que nous n'apercevons que par le sens de la vue (sens le plus fautif et le plus incomplet) ne devrait pas nous être aussi bien connue que la chaleur qui frappe le toucher, et affecte par conséquent le plus sûr de nos sens. Cependant il faut avouer qu'avec cet avantage on a fait beaucoup moins de découvertes sur la nature de la chaleur que sur celle de la lumière, soit que l'homme saisisse mieux ce qu'il voit que ce qu'il sent; soit que la lumière se présentant ordinairement comme une substance distincte et différente de toutes les autres, elle ait paru digne d'une considération particulière; au lieu que la chaleur, dont l'effet est plus obscur, se présentant comme un objet moins isolé, moins simple, n'a pas été regardée comme une substance distincte, mais comme un attribut de la lumière et du feu.

Quand même cette opinion, qui fait de la chaleur un pur attribut, une simple qualité, se trouverait fondée, il serait toujours utile de considérer la chaleur en elle-même et par les effets qu'elle produit toute seule, c'est-à-dire lorsqu'elle nous paraît indépendante de la lumière et du feu. La première chose qui me frappe, et qui me paraît bien digne de remarque, c'est que le siége de la chaleur est tout différent de celui de la lumière. Celle-ci occupe et parcourt les espaces vides de l'univers; la chaleur au contraire se trouve généralement répandue dans toute la matière solide. Le globe de la terre et toutes les matières dont il est composé ont un degré de chaleur bien plus considérable qu'on ne pourrait l'imaginer. L'eau a son degré de chaleur qu'elle ne perd qu'en changeant son état, c'est-à-dire en perdant sa fluidité : l'air a aussi sa chaleur, que nous appelons sa température, qui varie beaucoup, mais qu'il ne perd jamais en entier, puisque son ressort subsiste même dans le plus grand froid. Le feu a aussi ses différents degrés de chaleur, qui paraissent moins dépendre de sa nature propre que de celle des aliments qui le nourissent. Ainsi toute la matière connue est chaude, et dès lors la chaleur est une affection bien plus générale que celle de la lumière.

La chaleur pénètre tous les corps qui lui sont exposés, et cela sans aucune exception, tandis qu'il n'y a que les corps transparents qui laissent passer la lumière, et qu'elle est arrêtée et en partie repoussée par tous les corps opaques. La chaleur semble donc agir d'une manière bien plus générale et plus palpable que n'agit la lumière; et quoique les molécules de la chaleur soient excessivement petites, puisqu'elles pénètrent les corps les plus compactes, il me semble néanmoins que l'on peut démontrer qu'elles sont bien plus grosses que celles de la lumière : car on fait de la chaleur avec la lumière en la réunissant en grande quantité. D'ailleurs la chaleur agissant sur le sens du toucher, il est nécessaire que son action soit proportionnée à la grossièreté de ce sens, comme la délicatesse des organes de la vue paraît l'être à l'extrême finesse des parties de la lumière : celles-ci se meuvent avec la plus grande vitesse, agissent dans l'instant à des distances immenses, tandis que celles de la chaleur n'ont qu'un mouvement progressif assez lent, qui ne paraît s'étendre qu'à de petits intervalles du corps dont elles émanent.

Le principe de toute chaleur paraît être l'at-

trition des corps : tout frottement, c'est-à-dire tout mouvement en sens contraire entre des matières solides, produit de la chaleur, et si ce même effet n'arrive pas dans les fluides, c'est parce que leurs parties ne se touchent pas d'assez pres pour pouvoir être frottées les unes contre les autres ; et qu'ayant peu d'adhérence entre elles, leur résistance au choc des autres corps est trop faible pour que la chaleur puisse naître ou se manifester à un degré sensible : mais, dans ce cas, on voit souvent de la lumière produite par ce frottement d'un fluide, sans sentir de la chaleur. Tous les corps, soit en petit ou en grand volume, s'échauffent dès qu'ils se rencontrent en sens contraire : la chaleur est donc produite par le mouvement de toute matière palpable et d'un volume quelconque, au lieu que la production de la lumière qui se fait aussi par le mouvement en sens contraire, suppose de plus la division de la matière en parties très-petites ; et comme cette opération de la nature est la même pour la production de la chaleur et celle de la lumière, que c'est le mouvement en sens contraire, la rencontre des corps, qui produisent l'une et l'autre, on doit en conclure que les atomes de la lumière sont solides par eux-mêmes, et qu'ils sont chauds au moment de leur naissance : mais on ne peut pas également assurer qu'ils conservent leur chaleur au même degré que leur lumière, ni qu'ils ne cessent pas d'être chauds avant de cesser d'être lumineux. Des expériences familières paraissent indiquer que la chaleur de la lumière du soleil augmente en passant à travers une glace plane, quoique la quantité de la lumière soit diminuée considérablement par la réflexion qui se fait à la surface extérieure de la glace, et que la matière même du verre en retienne une certaine quantité. D'autres expériences plus recherchées [1] semblent prouver que la lumière augmente de chaleur à mesure qu'elle traverse une plus grande épaisseur de notre atmosphère.

On sait de tout temps que la chaleur devient d'autant moindre, ou le froid d'autant plus grand, qu'on s'élève plus haut dans les montagnes. Il est vrai que la chaleur qui provient du globe entier de la terre doit être moins sensible sur ces pointes avancées qu'elle ne l'est dans les plaines; mais cette cause n'est point du tout proportionnelle à l'effet. L'action de la chaleur qui émane du globe terrestre, ne pouvant diminuer qu'en raison du carré de la distance, il ne paraît pas qu'à la hauteur d'une demi-lieue, qui n'est que la trois-millième partie du demi-diamètre du globe, dont le centre doit être pris pour le foyer de la chaleur, il ne paraît pas, dis-je, que cette différence, qui, dans cette supposition, n'est que d'une unité sur neuf millions, puisse produire une diminution de chaleur aussi considérable, à beaucoup près

[1] Un habile physicien (M. de Saussure, citoyen de Genève) a bien voulu me communiquer le résultat des expériences qu'il a faites dans les montagnes, sur la différente chaleur des rayons du soleil, et je vais rapporter ici ses propres expressions : « J'ai fait faire, en mars 1767, sept caisses rectangulaires de verre blanc de Bohème, chacune desquelles est la moitié d'un cube coupé parallèlement à sa base : la première a un pied de largeur en tous sens, sur six pouces de hauteur ; la seconde, dix pouces sur cinq ; et ainsi de suite jusqu'à la cinquième, qui a deux pouces sur un. Toutes ces caisses sont ouvertes par le bas, et s'emboîtent les unes dans les autres sur une table fort épaisse de bois de poirier noirci, à laquelle elles sont fixées. J'emploie sept thermomètres à cette expérience, l'un suspendu en l'air et parfaitement isolé à côté des boîtes, et à la même distance du sol ; un autre posé sur la caisse extérieure, en dehors de cette caisse et à peu près au milieu ; le suivant posé de même sur la seconde caisse, et ainsi des autres jusqu'au dernier, qui est sous la cinquième caisse, et à demi noyé dans le bois de la table.

« Il faut observer que tous ces thermomètres sont de mercure, et que tous, excepté le dernier, ont la boule nue, et ne sont pas engagés, comme les thermomètres ordinaires, dans une planche ou dans une boîte, dont le plus ou le moins d'aptitude à prendre et à conserver la chaleur fait entièrement varier le résultat des expériences.

« Tout cet appareil exposé au soleil, dans un lieu découvert, par exemple, sur le mur de clôture d'une grande terrasse, je trouve que le thermomètre suspendu à l'air libre monte le moins haut de tous ; que celui qui est sur la caisse extérieure monte un peu plus haut ; ensuite celui qui est sur la seconde caisse ; et ainsi des autres, en observant cependant que le thermomètre qui est posé sur la cinquième caisse monte plus haut que celui qui est sous elle et à demi noyé dans le bois de la table : j'ai vu celui-là monter à soixante-dix degrés de Réaumur (en plaçant le zéro à la congélation et le quatre-vingtième degré à l'eau bouillante). Les fruits exposés à cette chaleur s'y cuisent et y rendent leur jus.

« Quand cet appareil est exposé au soleil dès le matin, on observe communément la plus grande chaleur vers les deux heures et demie après midi ; et lorsqu'on le retire des rayons du soleil, il emploie plusieurs heures à son entier refroidissement.

« J'ai fait porter ce même appareil sur une montagne élevée d'environ cinq cents toises au-dessus du lieu où se faisaient ordinairement les expériences, et j'ai trouvé que le refroidissement causé par l'élévation agissait beaucoup plus sur les thermomètres suspendus à l'air libre que sur ceux qui étaient enfermés dans les caisses de verre, quoique j'eusse eu soin de remplir les caisses de l'air même de la montagne, par égard pour la fausse hypothèse de ceux qui croient que le froid des montagnes tient de la pureté de l'air qu'on y respire. »

Il serait à désirer que M. de Saussure, de la sagacité duquel nous devons attendre d'excellentes choses, suivît encore plus loin ces expériences, et en voulût publier les résultats.

que celle qu'on éprouve en s'élevant à cette hauteur ; car le thermomètre y baisse dans tous les temps de l'année, jusqu'au point de la congélation de l'eau. La neige ou la glace subsistent aussi sur ces grandes montagnes à peu près à cette hauteur dans toutes les saisons : il n'est donc pas probable que cette grande différence de chaleur provienne uniquement de la différence de la chaleur de la terre ; l'on en sera pleinement convaincu, si l'on fait attention qu'au haut des volcans, où la terre est plus chaude qu'en aucun autre endroit de la surface du globe, le froid de l'air est à très-peu près le même que dans les autres montagnes à la même hauteur.

On pourrait donc penser que les atomes de la lumière, quoique très-chauds au moment de leur naissance et au sortir du soleil, se refroidissent beaucoup pendant les sept minutes et demie de temps que dure leur traversée du soleil à la terre, d'autant que la durée de la chaleur, ou, ce qui revient au même, le temps du refroidissement des corps étant en raison de leur diamètre, il semblerait qu'il ne faut qu'un très-petit moment pour le refroidissement des atomes presque infiniment petits de la lumière ; et cela serait en effet s'ils étaient isolés ; mais comme ils se succèdent presque immédiatement, et qu'ils se propagent en faisceaux d'autant plus serrés qu'ils sont plus près du lieu de leur origine, la chaleur que chaque atome perd tombe sur les atomes voisins ; et cette communication réciproque de la chaleur qui s'évapore de chaque atome entretient plus longtemps la chaleur générale de la lumière ; et comme sa direction constante est toujours en rayons divergents, que leur éloignement l'un de l'autre augmente comme l'espace qu'ils ont parcouru, et qu'en même temps la chaleur qui part de chaque atome, comme centre, diminue aussi dans la même raison, il s'ensuit que l'action de la lumière des rayons solaires décroissant en raison inverse du carré de la distance, celle de leur chaleur décroît en raison inverse du carré-carré de cette même distance.

Prenant donc pour unité le demi-diamètre du soleil, et supposant l'action de la lumière comme mille à la distance d'un demi-diamètre de la surface de cet astre, elle ne sera plus que comme $\frac{1000}{4}$ à la distance de deux demi-diamètres, que comme $\frac{1000}{9}$ à celle de trois demi-diamètres, comme $\frac{1000}{16}$ à la distance de quatre demi-diamètres ; et enfin, en arrivant à nous, qui sommes éloignés du soleil de trente-six millions de lieues, c'est-à-dire d'environ deux cent vingt-quatre de ses demi-diamètres, l'action de la lumière ne sera plus que comme $\frac{1000}{50625}$, c'est-à-dire plus de cinquante mille fois plus faible qu'au sortir du soleil ; et la chaleur de chaque atome de lumière étant aussi supposée mille au sortir du soleil, ne sera plus que comme $\frac{1000}{16}$, $\frac{1000}{81}$, $\frac{1000}{256}$, à la distance successive de 1, 2, 3 demi diamètres, et en arrivant à nous, comme $\frac{1000}{2562890625}$, c'est-à-dire plus de deux mille cinq cent millions de fois plus faible qu'au sortir du soleil.

Quand même on ne voudrait pas admettre cette diminution de la chaleur de la lumière en raison du carré-carré de la distance au soleil, quoique cette estimation me paraisse fondée sur un raisonnement assez clair, il sera toujours vrai que la chaleur, dans sa propagation, diminue beaucoup plus que la lumière, au moins quant à l'impression qu'elles font l'une et l'autre sur nos sens. Qu'on excite une très-forte chaleur, qu'on allume un grand feu dans un point de l'espace, on ne le sentira qu'à une distance médiocre, au lieu qu'on en voit la lumière à de très-grandes distances. Qu'on approche peu à peu la main d'un corps excessivement chaud, on s'apercevra, par la seule sensation, que la chaleur augmente beaucoup plus que l'espace ne diminue, car on se chauffe souvent avec plaisir à une distance qui ne diffère que de quelques pouces de celle où l'on se brûlerait. Tout parait donc nous indiquer que la chaleur diminue en plus grande raison que la lumière, à mesure que toutes deux s'éloignent du foyer dont elles partent.

Ainsi, l'on peut croire que les atomes de la lumière sont fort refroidis lorsqu'ils arrivent à la surface de notre atmosphère, mais qu'en traversant la grande épaisseur de cette masse transparente, ils y reprennent par le frottement une nouvelle chaleur. La vitesse infinie avec laquelle les particules de la lumière frôlent celles de l'air doit produire une chaleur d'autant plus grande, que le frottement est plus multiplié ; et c'est probablement par cette raison que la chaleur des rayons solaires se trouve, par l'expérience, beaucoup plus grande dans les couches inférieures de l'atmosphère, et que le froid de l'air parait augmenter si considérablement à mesure qu'on s'élève. Peut-être aussi que, comme la

lumière ne prend de la chaleur qu'en se réunissant, il faut un grand nombre d'atomes de lumière pour constituer un seul atome de chaleur, et que c'est par cette raison que la lumière faible de la lune, quoique frôlée dans l'atmosphère comme celle du soleil, ne prend aucun degré de chaleur sensible. Si, comme le dit M. Bouguer[1], l'intensité de la lumière du soleil à la surface de la terre est trois cent mille fois plus grande que celle de la lumière de la lune, celle-ci ne peut qu'être presque absolument insensible, même en la réunissant au foyer des plus puissants miroirs ardents, qui ne peuvent la condenser qu'environ deux mille fois, dont ôtant la moitié pour la perte par la réflexion ou la réfraction, il ne reste qu'une trois centième partie d'intensité au foyer du miroir. Or, y a-t-il des thermomètres assez sensibles pour indiquer le degré de chaleur contenu dans une lumière trois cents fois plus faible que celle du soleil, et pourra-t-on faire des miroirs assez puissants pour la condenser davantage?

Ainsi, l'on ne doit pas inférer de tout ce que j'ai dit, que la lumière puisse exister sans aucune chaleur, mais seulement que les degrés de cette chaleur sont très-différents, selon les différentes circonstances, et toujours insensibles lorsque la lumière est faible[2]. La chaleur au contraire paraît exister habituellement, et même se faire sentir vivement sans lumière; ce n'est ordinairement que quand elle devient excessive que la lumière l'accompagne. Mais ce qui mettrait encore une différence bien essentielle entre ces deux modifications de la matière, c'est que la chaleur qui pénètre tous les corps ne paraît se fixer dans aucun, et ne s'y arrêter que peu de temps, au lieu que la lumière s'incorpore, s'amortit et s'éteint dans tous ceux qui ne la réfléchissent pas, ou qui ne la laissent pas passer librement. Faites chauffer à tous degrés des corps de toute sorte : tous perdront en assez peu de temps la chaleur acquise, tous reviendront au degré de la température générale, et n'auront par conséquent que la même chaleur qu'ils avaient auparavant. Recevez de même la lumière en plus ou moins grande quantité sur des corps noirs ou blancs, bruts ou polis, vous reconnaîtrez aisément que les uns l'admettent, les autres la repoussent, et qu'au lieu d'être affectés d'une manière uniforme, comme ils le sont par la chaleur, ils ne le sont que d'une manière relative à leur nature, à leur couleur, à leur poli; les noirs absorberont plus la lumière que les blancs, les bruts plus que les polis. Cette lumière, une fois absorbée, reste fixe et demeure dans les corps qui l'ont admise; elle ne reparaît plus, elle n'en sort pas comme le fait la chaleur; d'où l'on devrait conclure que les atomes de la lumière peuvent devenir parties constituantes des corps, en s'unissant à la matière qui les compose; au lieu que la chaleur ne se fixant pas, semble empêcher au contraire l'union de toutes les parties de la matière, et n'agir que pour les tenir séparées.

Cependant il y a des cas où la chaleur se fixe à demeure dans les corps, et d'autres cas où la lumière qu'ils ont absorbée reparaît et en sort comme la chaleur. Les diamants, les autres pierres transparentes qui s'imbibent de la lumière du soleil; les pierres opaques, comme celles de Bologne, qui, par la calcination, reçoivent les particules d'un feu brillant; tous les phosphores naturels rendent la lumière qu'ils ont absorbée, et cette restitution ou déperdition de lumière se fait successivement et avec le temps, à peu près comme se fait celle de la chaleur. Et peut-être la même chose arrive dans les corps opaques, en tout ou en partie. Quoi qu'il en soit, il paraît, d'après tout ce qui vient d'être dit, que l'on doit reconnaître deux sortes de chaleur : l'une lumineuse, dont le soleil est le foyer immense; et l'autre obscure, dont le grand réservoir est le globe terrestre. Notre corps, comme faisant partie du globe, participe à cette chaleur obscure; et c'est par cette raison

[1] Essai d'optique sur la gradation de la lumière.

[2] On pourrait même présumer que la lumière en elle-même est composée de parties plus ou moins chaudes : le rayon rouge, dont les atomes sont bien plus massifs et probablement plus gros que ceux du rayon violet, doit, en toutes circonstances, conserver beaucoup plus de chaleur; et cette présomption me paraît assez fondée pour qu'on doive chercher à la constater par l'expérience; il ne faut pour cela que recevoir, au sortir du prisme, une égale quantité de rayons rouges et de rayons violets, sur deux petits miroirs concaves ou deux lentilles réfringentes, et voir au thermomètre le résultat de la chaleur des uns et des autres.

Je me rappelle une autre expérience, qui semble démontrer que les atomes bleus de la lumière sont plus petits que ceux des autres couleurs; c'est qu'en recevant sur une feuille très-mince d'or battu la lumière du soleil, elle se réfléchit toute, à l'exception des rayons bleus qui passent à travers la feuille d'or, et peignent d'un beau bleu le papier blanc qu'on met à quelque distance derrière la feuille d'or. Ces atomes bleus sont donc plus petits que les autres, puisqu'ils passent où les autres ne peuvent passer : mais je n'insiste pas sur les conséquences qu'on doit tirer de cette expérience, parce que cette couleur bleue, produite en apparence par la feuille d'or, peut tenir au phénomène des ombres bleues, dont je parlerai dans un des mémoires suivants.

qu'étant obscure par elle-même, c'est-à-dire sans lumière, elle est encore obscure pour nous, parce que nous ne nous en apercevons par aucun de nos sens. Il en est de cette chaleur du globe comme de son mouvement : nous y sommes soumis, nous y participons sans le sentir et sans nous en douter. De là il est arrivé que les physiciens ont porté d'abord toutes leurs vues, toutes leurs recherches sur la chaleur du soleil, sans soupçonner qu'elle ne faisait qu'une très-petite partie de celle que nous éprouvons réellement; mais, ayant fait des instruments pour reconnaître la différence de chaleur immédiate des rayons du soleil en été à celle de ces mêmes rayons en hiver, ils ont trouvé avec étonnement que cette chaleur solaire est en été soixante-six fois plus grande qu'en hiver dans notre climat, et que néanmoins la plus grande chaleur de notre été ne différait que d'un septième du plus grand froid de notre hiver; d'où ils ont conclu, avec grande raison, qu'indépendamment de la chaleur que nous recevons du soleil, il en émane une autre du globe même de la terre, bien plus considérable, et dont celle du soleil n'est que le complément ; en sorte qu'il est aujourd'hui démontré que cette chaleur qui s'échappe de l'intérieur de la terre [1] est dans notre climat au moins vingt-neuf fois en été, et quatre cents fois en hiver, plus grande que la chaleur qui nous vient du soleil : je dis au moins; car, quelque exactitude que les physiciens, et en particulier M. de Mairan, aient apportée dans ces recherches, quelque précision qu'ils aient pu mettre dans leurs observations et dans leur calcul, j'ai vu, en les examinant, que le résultat pouvait en être porté plus haut [2].

Cette grande chaleur qui réside dans l'intérieur du globe, qui sans cesse en émane à l'extérieur, doit entrer comme élément dans la combinaison de tous les autres éléments. Si le soleil est le père de la nature, cette chaleur de la terre en est la mère, et toutes deux se réunissent pour produire, entretenir, animer les êtres organisés, et pour travailler, assimiler, composer les substances inanimées. Cette chaleur intérieure du globe, qui tend toujours du centre à la circonférence, et qui s'éloigne perpendiculairement de la surface de la terre, est, à mon avis, un grand agent dans la nature; l'on ne peut guère douter qu'elle n'ait la principale influence sur la perpendicularité de la tige des plantes, sur les phénomènes de l'électricité, dont la principale cause est le frottement ou mouvement en sens contraire, sur les effets du magnétisme, etc. Mais, comme je ne prétends

[1] Voyez l'Histoire de l'Académie des Sciences, année 1702, p. 7; et les Mémoires de M. Amontons, p. 155. — Les Mémoires de M. de Mairan, année 1710, p. 104; année 1721, p. 8; année 1765, p. 143.

[2] Les physiciens ont pris, pour le degré du froid absolu, mille degrés au-dessous de la congélation : il fallait plutôt le supposer de dix mille que de mille; car, quoique je sois très-persuadé qu'il n'existe rien d'absolu dans la nature, et que peut-être un froid de dix mille degrés n'existe que dans les espaces les plus éloignés de tout soleil, cependant, comme il s'agit ici de prendre pour unité le plus grand froid possible, je l'aurais au moins supposé plus grand que celui dont nous pouvons produire la moitié ou les trois cinquièmes; car on a produit artificiellement cinq cent quatre-vingt-douze degrés de froid à Pétersbourg, le 6 janvier 1760, le froid naturel étant de trente-un degrés au-dessous de la congélation; et si l'on eût fait la même expérience en Sibérie, où le froid naturel est quelquefois de soixante-dix degrés, on eût produit un froid de plus de mille degrés; car on a observé que le froid artificiel suivait la même proportion que le froid naturel. Or, 31 : 592 :: 70 : 1336 [illegible] : il serait donc possible de produire en Sibérie un froid de treize cent trente-six degrés au-dessous de la congélation : donc le plus grand degré de froid possible doit être supposé bien au delà de mille ou même de treize cent trente-six, pour en faire l'unité à laquelle on rapporte les degrés de la chaleur tant solaire que terrestre; ce qui ne laissera pas d'en rendre la différence encore plus grande. — Une autre remarque que j'ai faite, en examinant la construction de la table dans laquelle M. de Mairan donne les rapports de la chaleur des émanations du globe terrestre à ceux de la chaleur solaire pour tous les climats de la terre, c'est qu'il n'a pas pensé ou qu'il a négligé d'y faire entrer la considération de l'épaisseur du globe, plus grande sous l'équateur que sous les pôles. Cela néanmoins devrait être mis en compte, et aurait un peu changé les rapports qu'il donne pour chaque latitude. — Enfin une troisième remarque, et qui tient à la première, c'est qu'il dit (page 160) qu'ayant fait construire une machine qui était comme un extrait de mes miroirs brûlants, et ayant fait tomber la lumière réfléchie du soleil sur des thermomètres, il avait toujours trouvé que, si un miroir plan avait fait monter la liqueur, par exemple, de trois degrés, deux miroirs dont on réunissait la lumière la faisaient monter de six degrés, et trois miroirs de neuf degrés. Or il est aisé de sentir que ceci ne peut pas être généralement vrai; car la grandeur des degrés du thermomètre n'est fondée que sur la division en mille parties, et sur la supposition que mille degrés au-dessous de la congélation font le froid absolu : et comme il s'en faut bien que ce terme soit celui du plus grand froid possible, il est nécessaire qu'une augmentation de chaleur double ou triple par la réunion de deux ou trois miroirs, élève la liqueur à des hauteurs différentes de celle des degrés du thermomètre, selon que l'expérience sera faite dans un temps plus ou moins chaud; que celui où ces hauteurs s'accorderont le mieux ou différeront le moins, sera celui des jours chauds de l'été, et que les expériences ayant été faites sur la fin de mai, ce n'est que par hasard qu'elles ont donné le résultat des augmentations de chaleur par les miroirs, proportionnelles aux degrés de l'échelle du thermomètre. Mais j'abrége cette critique, en renvoyant à ce que j'ai dit près de vingt ans avant ce Mémoire de M. de Mairan, sur la construction d'un thermomètre réel, et sa graduation par le moyen de mes miroirs brûlants. (Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1747.)

pas faire ici un traité de physique, je me bornerai aux effets de cette chaleur sur les autres éléments. Elle suffit seule, elle est même bien plus grande qu'il ne faut pour maintenir la raréfaction de l'air au degré que nous respirons. Elle est plus que suffisante pour entretenir l'eau dans son état de liquidité ; car on a descendu des thermomètres jusqu'à cent vingt brasses de profondeur [1], et, les retirant promptement, on a vu que la température de l'eau y était à très-peu près la même que dans l'intérieur de la terre à pareille profondeur, c'est-à-dire de dix degrés $\frac{1}{2}$. Et comme l'eau la plus chaude monte toujours à la surface, et que le sel l'empêche de geler, on ne doit pas être surpris de ce qu'en général la mer ne gèle pas, et que les eaux douces ne gèlent que d'une certaine épaisseur, l'eau du fond restant toujours liquide, lors même qu'il fait le plus grand froid, et que les couches supérieures sont en glace de dix pieds d'épaisseur.

Mais la terre est celui de tous les éléments sur lequel cette chaleur intérieure a dû produire et produit encore les plus grands effets. On ne peut pas douter, après les preuves que j'en ai données [2], que cette chaleur n'ait été originairement bien plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui ; ainsi on doit lui rapporter, comme à la cause première, toutes les sublimations, précipitations, agrégations, séparations, en un mot, tous les mouvements qui se sont faits et se font chaque jour dans l'intérieur du globe, et surtout dans la couche extérieure où nous avons pénétré, et dont la matière a été remuée par les agents de la nature, ou par les mains de l'homme ; car, à une ou peut-être deux lieues de profondeur, on ne peut guère présumer qu'il y ait eu des conversions de matières, ni qu'il s'y fasse encore des changements réels : toute la masse du globe ayant été fondue, liquéfiée par le feu, l'intérieur n'est qu'un verre ou concret ou discret, dont la substance simple ne peut recevoir aucune altération par la chaleur seule, il n'y a donc que la couche supérieure et superficielle qui, étant exposée à l'action des causes extérieures, aura subi toutes les modifications que ces causes réunies à celle de la chaleur intérieure auront pu produire par leur action combinée, c'est-à-dire toutes les modifications, toutes les différences, toutes les formes, en un mot, des substances minérales.

Le feu, qui ne paraît être, à la première vue, qu'un composé de chaleur et de lumière, ne serait-il pas encore une modification de la matière qu'on doive considérer à part, quoiqu'elle ne diffère pas essentiellement de l'une ou de l'autre, et encore moins des deux prises ensemble? Le feu n'existe jamais sans chaleur, mais il peut exister sans lumière. On verra, par mes expériences, que la chaleur seule, et dénuée de toute apparence de lumière, peut produire les mêmes effets que le feu le plus violent. On voit aussi que la lumière seule, lorsqu'elle est réunie, produit les mêmes effets ; elle semble porter en elle-même une substance qui n'a pas besoin d'aliment : le feu ne peut subsister au contraire qu'en absorbant de l'air, et il devient d'autant plus violent qu'il en absorbe davantage ; tandis que la lumière concentrée et reçue dans un vase purgé d'air, agit comme le feu dans l'air, et que la chaleur resserrée, retenue dans un espace clos, subsiste et même augmente avec une très-petite quantité d'aliments. La différence la plus générale entre le feu, la chaleur et la lumière, me paraît donc consister dans la quantité, et peut-être dans la qualité de leurs aliments.

L'air est le premier aliment du feu, les matières combustibles ne sont que le second ; j'entends par premier aliment celui qui est toujours nécessaire, et sans lequel le feu ne pourrait faire aucun usage des autres. Des expériences connues de tous les physiciens nous démontrent qu'un petit point de feu, tel que celui d'une bougie placée dans un vase bien fermé, absorbe en peu de temps une grande quantité d'air, et qu'elle s'éteint aussitôt que la quantité ou la qualité de cet aliment lui manque. D'autres expériences bien connues des chimistes prouvent que les matières les plus combustibles, telles que les charbons, ne se consument pas dans des vaisseaux bien clos, quoique exposés à l'action du plus grand feu. L'air est donc le premier, le véritable aliment du feu, et les matières combustibles ne peuvent lui en fournir que par le secours et la médiation de cet élément, dont il est nécessaire, avant d'aller plus loin, que nous considérions ici quelques propriétés.

Nous avons dit que toute fluidité avait la chaleur pour cause ; et en comparant quelques fluides ensemble, nous voyons qu'il faut beaucoup plus de chaleur pour tenir le fer en fusion

[1] Histoire physique de la mer, par M. le comte Marsigli, page 16.

[2] Voyez dans cet ouvrage l'article de la formation des planètes, et les articles des époques de la nature.

que l'or, beaucoup plus pour y tenir l'or que l'étain, beaucoup moins pour y tenir la cire, beaucoup moins pour y tenir l'eau, encore beaucoup moins pour y tenir l'esprit-de-vin, et enfin excessivement moins pour y tenir le mercure, puisqu'il ne perd sa fluidité qu'au cent quatre-vingt-septième degré au-dessous de celui où l'eau perd la sienne. Cette matière, le mercure, serait donc le plus fluide corps, si l'air ne l'était encore plus. Or, que nous indique cette fluidité plus grande dans l'air que dans aucune matière? Il me semble qu'elle suppose le moindre degré possible d'adhérence entre ses parties constituantes; ce qu'on peut concevoir en les supposant de figure à ne pouvoir se toucher qu'en un point. On pourrait croire aussi qu'étant douées de si peu d'énergie apparente, et de si peu d'attraction mutuelle des unes vers les autres, elles sont, par cette raison, moins massives et plus légères que celles de tous les autres corps : mais cela me paraît démenti par la comparaison du mercure, le plus fluide des corps après l'air, et dont néanmoins les parties constituantes paraissent être plus massives et plus pesantes que celles de toutes les autres matières, à l'exception de l'or. La plus ou moins grande fluidité n'indique donc pas que les parties du fluide soient plus ou moins pesantes, mais seulement que leur adhérence est d'autant moindre, leur union d'autant moins intime, et leur séparation d'autant plus aisée. S'il faut mille degrés de chaleur pour entretenir la fluidité de l'eau, il n'en faudra peut-être qu'un pour maintenir celle de l'air.

L'air est donc de toutes les matières connues celle que la chaleur divise le plus facilement, celle dont les parties lui obéissent avec le moins de résistance, celle qu'elle met le plus aisément en mouvement expansif et contraire à celui de la force attractive. Ainsi l'air est tout près de la nature du feu, dont la principale propriété consiste dans ce mouvement expansif; et, quoique l'air ne l'ait pas par lui-même, la plus petite particule de chaleur ou de feu suffisant pour le lui communiquer, on doit cesser d'être étonné de ce que l'air augmente si fort l'activité du feu, et de ce qu'il est si nécessaire à sa subsistance. Car étant de toutes les substances celle qui prend le plus aisément le mouvement expansif, ce sera celle aussi que le feu entraînera, enlèvera de préférence à toute autre, ce sera celle qu'il s'appropriera le plus intimement, comme étant de la nature la plus voisine de la sienne; et par conséquent l'air doit être du feu l'adminicule le plus puissant, l'aliment le plus convenable, l'*ami* le plus intime et le plus nécessaire.

Les matières combustibles que l'on regarde vulgairement comme les vrais aliments du feu, ne lui servent néanmoins, ne lui profitent en rien, dès qu'elles sont privées du secours de l'air : le feu le plus violent ne les consume pas, et même ne leur cause aucune altération sensible, au lieu qu'avec de l'air une seule étincelle de feu les embrase, et qu'à mesure qu'on fournit de l'air en plus ou moins grande quantité, le feu devient dans la même proportion plus vif, plus étendu, plus dévorant; de sorte qu'on peut mesurer la célérité ou la lenteur avec laquelle le feu consume les matières combustibles, par la quantité plus ou moins grande de l'air qu'on lui fournit. Ces matières ne sont donc pour le feu que des aliments secondaires qu'il ne peut s'approprier par lui-même, et dont il ne peut faire usage qu'autant que l'air s'y mêlant, les rapproche de la nature du feu en les modifiant, et leur sert d'intermède pour les y réunir.

On pourra (ce me semble) concevoir clairement cette opération de la nature, en considérant que le feu ne réside pas dans les corps d'une manière fixe, qu'il n'y fait ordinairement qu'un séjour instantané; qu'étant toujours en mouvement expansif, il ne peut subsister dans cet état qu'avec les matières susceptibles de ce même mouvement; que l'air s'y prêtant avec toute facilité, la somme de ce mouvement devient plus grande, l'action du feu plus vive, et que dès lors les parties les plus volatiles des matières combustibles, telles que les molécules aériennes, huileuses, etc., obéissant sans effort à ce mouvement expansif qui leur est communiqué, elles s'élèvent en vapeurs; que ces vapeurs se convertissent en flamme par le même secours de l'air extérieur; et qu'enfin, tant qu'il subsiste dans les corps combustibles quelques parties capables de recevoir par le secours de l'air ce mouvement d'expansion, elles ne cessent de s'en séparer pour suivre l'air et le feu dans leur route, et par conséquent se consumer en s'évaporant avec eux.

Il y a de certaines matières, telles que le phosphore artificiel, le pyrophore, la poudre à canon, qui paraissent à la première vue faire une exception à ce que je viens de dire; car elles n'ont pas besoin pour s'enflammer et se consu-

mer en entier, du secours d'un air renouvelé : leur combustion peut s'opérer dans les vaisseaux les mieux fermés; mais c'est par la raison que ces matières, qu'on doit regarder comme les plus combustibles de toutes, contiennent dans leur substance tout l'air nécessaire à leur combustion. Leur feu produit d'abord cet air et le consume à l'instant ; et comme il est en très-grande quantité dans ces matières, il suffit à leur pleine combustion, qui dès lors n'a pas besoin, comme toutes les autres, du secours d'un air étranger.

Cela semble nous indiquer que la différence la plus essentielle qu'il y ait entre les matières combustibles et celles qui ne le sont pas, c'est que celles-ci ne contiennent que peu ou point de ces matières légères, aériennes, huileuses, susceptibles du mouvement expansif; ou que, si elles en contiennent, elles s'y trouvent fixées et retenues, en sorte que, quoique volatiles en elles-mêmes, elles ne peuvent exercer leur volatilité toutes les fois que la force du feu n'est pas assez grande pour surmonter la force d'adhésion qui les retient unies aux parties fixes de la matière. On peut même dire que cette induction, qui se tire immédiatement de mes principes, se trouve confirmée par un grand nombre d'observations bien connues des chimistes et des physiciens : mais ce qui paraît l'être moins, et qui cependant en est une conséquence nécessaire, c'est que toute matière pourra devenir volatile dès que l'homme pourra augmenter assez la force expansive du feu pour la rendre supérieure à la force attractive qui tient unies les parties de la matière que nous appelons fixes ; car, d'une part, il s'en faut bien que nous ayons un feu aussi fort que nous pourrions l'avoir par des miroirs mieux conçus que ceux dont on s'est servi jusqu'à ce jour; et, d'antre côté, nous sommes assurés que la fixité n'est qu'une qualité relative, et qu'aucune matière n'est d'une fixité absolue ou invincible, puisque la chaleur dilate les corps les plus fixes. Or, cette dilatation n'est-elle pas l'indice d'un commencement de séparation, qu'on augmente avec le degré de chaleur jusqu'à la fusion, et qu'avec une chaleur encore plus grande on augmenterait jusqu'à la volatilisation?

La combustion suppose quelque chose de plus que la volatilisation : il suffit pour celle-ci que les parties de la matière soient assez divisées, assez séparées les unes des autres pour pouvoir être enlevées par celles de la chaleur, au lieu que, pour la combustion, il faut encore qu'elles soient d'une nature analogue à celle du feu ; sans cela le mercure, qui est le plus fluide après l'air, serait aussi le plus combustible, tandis que l'expérience nous démontre que, quoique très-volatil, il est incombustible. Or, quelle est donc l'analogie, ou plutôt le rapport de nature que peuvent avoir les matières combustibles avec le feu? La matière en général est composée de quatre substances principales, qu'on appelle *éléments* : la terre, l'eau, l'air et le feu, entrent tous quatre en plus ou moins grande quantité dans la composition de toutes les matières particulières; celles où la terre et l'eau dominent seront fixes, et ne pourront devenir que volatiles par l'action de la chaleur; celles au contraire qui contiennent beaucoup d'air et de feu, seront les seules vraiment combustibles. La grande difficulté qu'il y ait ici, c'est de concevoir nettement comment l'air et le feu, tous deux si volatils, peuvent se fixer et devenir parties constituantes de tous les corps : je dis de tous les corps, car nous prouverons que, quoique il y ait une plus grande quantité d'air et de feu fixes dans les matières combustibles, et qu'ils y soient combinés d'une manière différente que dans les autres matières, toutes néanmoins contiennent une quantité considérable de ces deux éléments, et que les matières les plus fixes et les moins combustibles sont celles qui retiennent ces éléments fugitifs avec le plus de force. Le fameux phlogistique des chimistes (être de leur méthode plutôt que de la nature) n'est pas un principe simple et identique, comme ils nous le présentent; c'est un composé, un produit de l'alliage, un résultat de la combinaison des deux éléments, de l'air et du feu fixés dans les corps. Sans nous arrêter donc sur les idées obscures et incomplètes que pourrait nous fournir la considération de cet être précaire, tenons-nous-en à celle de nos quatre éléments réels, auxquels les chimistes, avec tous leurs nouveaux principes, seront toujours forcés de revenir ultérieurement.

Nous voyons clairement que le feu en absorbant de l'air en détruit le ressort. Or, il n'y a que deux manières de détruire un ressort : la première, en le comprimant assez pour le rompre ; la seconde, en l'étendant assez pour qu'il soit sans effet. Ce n'est pas de la première manière que le feu peut détruire le ressort de

l'air, puisque le moindre degré de chaleur le raréfie, que cette raréfaction augmente avec elle, et que l'expérience nous apprend qu'à une très-forte chaleur la raréfaction de l'air est si grande, qu'il occupe alors un espace treize fois plus étendu que celui de son volume ordinaire : le ressort dès lors en est d'autant plus faible; et c'est dans cet état qu'il peut devenir fixe et s'unir sans résistance sous cette nouvelle forme avec les autres corps. On entend bien que cet air transformé et fixé n'est point du tout le même que celui qui se trouve dispersé, disséminé dans la plupart des matières, et qui conserve dans leurs pores sa nature entière; celui-ci ne leur est que mélangé et non pas uni; il ne leur tient que par une très-faible adhérence, au lieu que l'autre leur est si étroitement attaché, si intimement incorporé, que souvent on ne peut l'en séparer.

Nous voyons de même que la lumière, en tombant sur les corps, n'est pas, à beaucoup près, entièrement réfléchie, qu'il en reste en grande quantité dans la petite épaisseur de la surface qu'elle frappe; que par conséquent elle y perd son mouvement, s'y éteint, s'y fixe, et devient dès lors partie constituante de tout ce qu'elle pénètre. Ajoutez à cet air, à cette lumière, transformés et fixés dans les corps, et qui peuvent être en quantité variable; ajoutez-y, dis-je, la quantité constante du feu que toutes les matières, de quelque espèce que ce soit, possèdent également : cette quantité constante de feu ou de chaleur actuelle du globe de la terre, dont la somme est bien plus grande que celle de la chaleur qui nous vient du soleil, me paraît être non-seulement un des grands ressorts du mécanisme de la nature, mais en même temps un élément dont toute la matière du globe est pénétrée; c'est le feu élémentaire, qui, quoique toujours en mouvement expansif, doit, par sa longue résidence dans la matière, et par son choc contre ses parties fixes, s'unir, s'incorporer avec elles, et s'éteindre par parties comme le fait la lumière[1].

[1] Ceci même pourrait se prouver par une expérience qui mériterait d'être poussée plus loin. J'ai recueilli sur un miroir ardent par réflexion une assez forte chaleur sans aucune lumière, au moyen d'une plaque de tôle mise entre le brasier et le miroir; une partie de la chaleur s'est réfléchie au foyer du miroir, tandis que tout le reste de la chaleur l'a pénétré : mais je n'ai pu m'assurer si l'augmentation de chaleur dans la matière du miroir n'était pas aussi grande que s'il n'en eût pas réfléchi.

Si nous considérons plus particulièrement la nature des matières combustibles, nous verrons que toutes proviennent originairement des végétaux, des animaux, des êtres, en un mot, qui sont placés à la surface du globe que le soleil éclaire, échauffe et vivifie : les bois, les charbons, les tourbes, les bitumes, les résines, les huiles, les graisses, les suifs, qui sont les vraies matières combustibles, puisque toutes les autres ne le sont qu'autant qu'elles en contiennent, ne proviennent-ils pas tous des corps organisés ou de leurs détriments? Le bois, et même le charbon ordinaire, les graisses, les huiles par expression, la cire et le suif ne sont que des substances extraites immédiatement des végétaux et des animaux; les tourbes, les charbons fossiles, les succins, les bitumes liquides ou concrets sont des produits de leur mélange et de leur décomposition, dont les détriments ultérieurs forment les soufres et les parties combustibles du fer, du zinc, des pyrites et de tous les minéraux que l'on peut enflammer. Je sens que cette dernière assertion ne sera pas admise, et pourra même être rejetée, surtout par ceux qui n'ont étudié la nature que par la voie de la chimie : mais je les prie de considérer que leur méthode n'est pas celle de la nature; qu'elle ne pourra le devenir ou même s'en approcher, qu'autant qu'elle s'accordera avec la saine physique, autant qu'on en bannira non-seulement les expressions obscures et techniques, mais surtout les principes précaires, les êtres fictifs auxquels on fait jouer le plus grand rôle, sans néanmoins les connaître. Le soufre, *en chimie*, n'est que le composé de l'acide vitriolique et du phlogistique : quelle apparence y a-t-il donc qu'il puisse, comme les autres matières combustibles, tirer son origine du détriment des végétaux ou des animaux. A cela je réponds, même en admettant cette définition chimique, que l'acide vitriolique, et en général tous les acides, tous les alkalis, sont moins des substances de la nature que des produits de l'art. La nature forme des sels et du soufre; elle emploie à leur composition, comme à celle de toutes les autres substances, les quatre éléments : beaucoup de terre et d'eau, un peu d'air et de feu entrent en quantité variable dans chaque différente substance saline; moins de terre et d'eau, et beaucoup plus d'air et de feu, semblent entrer dans la composition du soufre. Les sels et les soufres doivent donc être regardés comme des êtres de la nature dont on extrait, par

le secours de l'art de la chimie et par le moyen du feu, les différents acides qu'ils contiennent; et puisque nous avons employé le feu, et par conséquent de l'air et des matières combustibles, pour extraire ces acides, pouvons-nous douter qu'ils n'aient retenu et qu'ils ne contiennent réellement des parties de matière combustible qui y seront entrées pendant l'extraction?

Le phlogistique est encore bien moins que l'acide un être naturel; ce ne serait même qu'un être de raison, si on ne le regardait pas comme un composé d'air et de feu devenu fixe et inhérent aux autres corps. Le soufre peut en effet contenir beaucoup de ce phlogistique, beaucoup aussi d'acide vitriolique; mais il a, comme toute autre matière, et sa terre et son eau : d'ailleurs son origine indique qu'il faut une grande consommation de matières combustibles pour sa production; il se trouve dans les volcans, et il semble que la nature ne le produise que par effort et par le moyen du plus grand feu. Tout concourt donc à nous prouver qu'il est de la même nature que les autres matières combustibles, et que par conséquent il tire, comme elles, sa première origine du détriment des êtres organisés.

Mais je vais plus loin : les acides eux-mêmes viennent en grande partie de la décomposition des substances animales ou végétales, et contiennent en conséquence des principes de la combustion. Prenons pour exemple le salpêtre : ne doit-il pas son origine à ces matières? n'est-il pas formé par la putréfaction des végétaux, ainsi que des urines et des excréments des animaux? Il me semble que l'expérience le démontre, puisqu'on ne cherche, on ne trouve le salpêtre que dans les habitations où l'homme et les animaux ont longtemps résidé; et, puisqu'il est immédiatement formé du détriment des substances animales et végétales, ne doit-il pas contenir une prodigieuse quantité d'air et de feu fixes? Aussi en contient-il beaucoup, et même beaucoup plus que le soufre, le charbon, l'huile, etc. Toutes ces matières combustibles ont besoin, comme nous l'avons dit, du secours de l'air pour brûler, et se consument d'autant plus vite, qu'elles en reçoivent en plus grande quantité. Le salpêtre n'en a pas besoin, dès qu'il est mêlé avec quelques-unes de ces matières combustibles; il semble porter en lui même le réservoir de tout l'air nécessaire à sa combustion : en le faisant détonner lentement, on le voit souffler son propre feu, comme le ferait un soufflet étranger; en le renfermant le plus étroitement, son feu, loin de s'éteindre, n'en prend que plus de force et produit les explosions terribles sur lesquelles sont fondés nos arts meurtriers. Cette combustion si prompte est en même temps si complète, qu'il ne reste presque rien après l'inflammation; tandis que toutes les autres matières enflammées laissent des cendres ou d'autres résidus, qui démontrent que leur combustion n'est pas entière, ou, ce qui revient au même, qu'elles contiennent un assez grand nombre de parties fixes, qui ne peuvent ni se brûler ni même se volatiliser. On peut de même démontrer que l'acide vitriolique contient aussi beaucoup d'air et de feu fixes, quoiqu'en moindre quantité que l'acide nitreux; et dès lors il tire, comme celui-ci, son origine de la même source; et le soufre, dans la composition duquel cet acide entre si abondamment, tire des animaux et des végétaux tous les principes de sa combustibilité.

Le phosphore artificiel, qui est le premier dans l'ordre des matières combustibles, et dont l'acide est différent de l'acide nitreux et de l'acide vitriolique, ne se tire aussi que du règne animal, ou, si l'on veut, en partie du règne végétal élaboré dans les animaux, c'est-à-dire des deux sources de toute matière combustible. Le phosphore s'enflamme de lui-même, c'est-à-dire sans communication de matière ignée, sans frottement, sans autre addition que celle du contact de l'air, autre preuve de la nécessité de cet élément pour la combustion même d'une matière qui ne parait être composée que de feu. Nous démontrerons dans la suite que l'air est contenu dans l'eau sous une forme moyenne, entre l'état d'élasticité et celui de fixité. Le feu parait être dans le phosphore à peu près dans ce même état moyen; car, de même que l'air se dégage de l'eau dès que l'on diminue la pression de l'atmosphère, le feu se dégage du phosphore lorsqu'on fait cesser la pression de l'eau, où l'on est obligé de le tenir submergé pour pouvoir le garder et empêcher son feu de s'exalter. Le phosphore semble contenir cet élément sous une forme obscure et condensée, et il parait être pour le feu obscur ce qu'est le miroir ardent pour le feu lumineux, c'est-à-dire un moyen de condensation.

Mais sans nous soutenir plus longtemps à la hauteur de ces considérations générales, auxquelles je pourrai revenir lorsqu'il sera néces-

saire, suivons d'une manière plus directe et plus particulière l'examen du feu; tâchons de saisir ses effets, et de les présenter sous un point de vue plus fixe qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

L'action du feu sur les différentes substances dépend beaucoup de la manière dont on l'applique; et le produit de son action sur une même substance paraîtrait différent selon la façon dont il est administré. J'ai pensé qu'on devait considérer le feu dans trois états différents: le premier relatif à sa vitesse, le second à son volume, et le troisième à sa masse. Sous chacun de ces points de vue, cet élément si simple, si uniforme en apparence, paraîtra pour ainsi dire un élément différent. On augmente la vitesse du feu sans en augmenter le volume apparent, toutes les fois que dans un espace donné et rempli de matières combustibles, on presse l'action et le développement du feu en augmentant la vitesse de l'air par des soufflets, des trompes, des ventilateurs, des tuyaux d'aspiration, etc., qui tous accélèrent plus ou moins la rapidité de l'air dirigé sur le feu: ce qui comprend, comme l'on voit, tous les instruments, tous les fourneaux à vent, depuis les grands fourneaux de forge jusqu'à la lampe des émailleurs.

On augmente l'action du feu par son volume toutes les fois qu'on accumule une grande quantité de matières combustibles, et qu'on en fait rouler la chaleur et la flamme dans les fourneaux de réverbère: ce qui comprend, comme l'on sait, les fourneaux de nos manufactures de glaces, de cristal, de verre, de porcelaine, de poterie, et aussi ceux où l'on fond tous les métaux et les minéraux, à l'exception du fer. Le feu agit ici par son volume, et n'a que sa propre vitesse, puisqu'on n'en augmente pas la rapidité par des soufflets ou d'autres instruments qui portent l'air sur le feu. Il est vrai que la forme des *tisards*, c'est-à-dire des ouvertures principales par où ces fourneaux tirent l'air, contribue à l'attirer plus puissamment qu'il ne le serait en espace libre; mais cette augmentation de vitesse est très-peu considérable en comparaison de la grande rapidité que lui donnent les soufflets. Par ce dernier procédé on accélère l'action du feu, qu'on aiguise par l'air autant qu'il est possible; par l'autre procédé, on l'augmente en concentrant sa flamme en grand volume.

Il y a, comme l'on voit, plusieurs moyens d'augmenter l'action du feu, soit qu'on veuille le faire agir par sa vitesse ou par son volume: mais il n'y en a qu'un seul par lequel on puisse augmenter sa masse, c'est de le réunir au foyer d'un miroir ardent. Lorsqu'on reçoit sur un miroir réfringent ou réflexif les rayons du soleil, ou même ceux d'un feu bien allumé, on les réunit dans un espace d'autant moindre que le miroir est plus grand et le foyer plus court. Par exemple, avec un miroir de quatre pieds de diamètre et d'un pouce de foyer, il est clair que la quantité de lumière ou de feu qui tombe sur le miroir de quatre pieds se trouvant réunie dans l'espace d'un pouce, serait deux mille trois cent quatre fois plus dense qu'elle ne l'était, si toute la matière incidente arrivait sans perte à ce foyer. Nous verrons ailleurs ce qui s'en perd effectivement; mais il nous suffit ici de faire sentir que quand même cette perte serait des deux tiers ou des trois quarts, la masse du feu concentré au foyer de ce miroir sera toujours six ou sept cents fois plus dense qu'elle ne l'était à la surface du miroir. Ici, comme dans tous les autres cas, la masse accroît par la contraction du volume, et le feu dont on augmente ainsi la densité a toutes les propriétés d'une masse de matière; car, indépendamment de l'action de la chaleur par laquelle il pénètre les corps, il les pousse et les déplace comme le ferait un corps solide en mouvement qui en choquerait un autre. On pourra donc augmenter par ce moyen la densité ou la masse du feu d'autant plus, qu'on perfectionnera davantage la construction des miroirs ardents.

Or, chacune de ces trois manières d'administrer le feu et d'en augmenter ou la vitesse, ou le volume, ou la masse, produit sur les mêmes substances des effets souvent très-différents: on calcine par l'un de ces moyens ce que l'on fond par l'autre; on volatilise par le dernier ce qui paraît réfractaire au premier: en sorte que la même matière donne des résultats si peu semblables, qu'on ne peut compter sur rien, à moins qu'on ne la travaille en même temps ou successivement par ces trois moyens ou procédés que nous venons d'indiquer; ce qui est une route plus longue, mais la seule qui puisse nous conduire à la connaissance exacte de tous les rapports que les diverses substances peuvent avoir avec l'élément du feu. Et de la même manière que je divise en trois procédés généraux l'administration de cet élément, je divise de même en trois classes toutes les matières que l'on peut soumettre à son action. Je mets à part, pour un mo-

ment, celles qui sont purement combustibles et qui proviennent immédiatement des animaux et des végétaux; et je divise toutes les matières minérales en trois classes relativement à l'action du feu : la première est celle des matières que cette action, longtemps continuée, rend plus légères, comme le fer; la seconde, celle des matières que cette même action du feu rend plus pesantes, comme le plomb; et la troisième classe est celle des matières sur lesquelles, comme sur l'or, cette action du feu ne paraît produire aucun effet sensible, puisqu'elle n'altère point leur pesanteur. Toutes les matières existantes et possibles, c'est-à-dire toutes les substances simples et composées, seront nécessairement comprises dans l'une de ces trois classes. Ces expériences par les trois procédés, qui ne sont pas difficiles à faire, et qui ne demandent que de l'exactitude et du temps, pourraient nous découvrir plusieurs choses utiles, et seraient très-nécessaires pour fonder sur des principes réels la théorie de la chimie : cette belle science, jusqu'à nos jours, n'a porté que sur une nomenclature précaire, et sur des mots d'autant plus vagues qu'ils sont plus généraux. Le feu étant, pour ainsi dire, le seul instrument de cet art, et sa nature n'étant point connue, non plus que ses rapports avec les autres corps, on ne sait ni ce qu'il y met ni ce qu'il en ôte; on travaille donc à l'aveugle, et l'on ne peut arriver qu'à des résultats obscurs, que l'on rend encore plus obscurs en les érigeant en principes. Le phlogistique, le minéralisateur, l'acide, l'alkali, etc., etc., ne sont que des termes créés par la méthode, dont les définitions sont adoptées par convention, et ne répondent à aucune idée claire et précise, ni même à aucun être réel. Tant que nous ne connaîtrons pas mieux la nature du feu, tant que nous ignorerons ce qu'il ôte ou donne aux matières qu'on soumet à son action, il ne sera pas possible de prononcer sur la nature de ces mêmes matières d'après les opérations de la chimie, puisque chaque matière à laquelle le feu ôte ou donne quelque chose, n'est plus la substance simple que l'on voudrait connaître, mais une matière composée et mélangée, ou dénaturée et changée par l'addition ou la soustraction d'autres matières que le feu en enlève ou y fait entrer.

Prenons pour exemple de cette addition et de cette soustraction le plomb et le marbre. Par la simple calcination l'on augmente le poids du plomb de près d'un quart, et l'on diminue celui du marbre de près de moitié : il y a donc un quart de matière inconnue que le feu donne au premier, et une moitié d'autre matière également inconnue qu'il enlève au second. Tous les raisonnements de la chimie ne nous ont pas démontré jusqu'ici ce que c'est que cette matière donnée ou enlevée par le feu; et il est évident que lorsqu'on travaille sur le plomb et sur le marbre après leur calcination, ce ne sont plus ces matières simples que l'on traite, mais d'autres matières dénaturées et composées par l'action du feu. Ne serait-il donc pas nécessaire, avant tout, de procéder d'après les vues que je viens d'indiquer, de voir d'abord sous un même coup d'œil toutes les matières que le feu ne change ni n'altère, ensuite celles que le feu détruit ou diminue, et enfin celles qu'il augmente et compose en s'incorporant avec elles?

Mais examinons de plus près la nature du feu considéré en lui-même. Puisque c'est une substance matérielle, il doit être sujet à la loi générale, à laquelle toute matière est soumise. Il est le moins pesant de tous les corps, mais cependant il pèse; et quoique ce que nous avons dit précédemment suffise pour le prouver évidemment, nous le démontrerons encore par des expériences palpables, et que tout le monde sera en état de répéter aisément. On pourrait d'abord soupçonner, par la pesanteur réciproque des astres, que le feu en grande masse est pesant, ainsi que toute autre matière; car les astres qui sont lumineux comme le soleil, dont toute la substance paraît être de feu, n'en exercent pas moins leur force d'attraction à l'égard des astres qui ne le sont pas : mais nous démontrerons que le feu même en très-petit volume est réellement pesant; qu'il obéit, comme toute autre matière, à la loi générale de la pesanteur, et que par conséquent il doit avoir de même des rapports d'affinité avec les autres corps, en avoir plus ou moins avec telle ou telle substance, et n'en avoir que peu ou point du tout avec beaucoup d'autres. Toutes celles qu'il rendra plus pesantes, comme le plomb, seront celles avec lesquelles il aura le plus d'affinité; et en le supposant appliqué au même degré et pendant un temps égal, celles de ces matières qui gagneront le plus en pesanteur seront aussi celles avec lesquelles cette affinité sera la plus grande. Un des effets de cette affinité dans chaque matière est de retenir la substance même du feu et de se l'incorporer; et cette incorporation sup-

pose que non-seulement le feu perd sa chaleur et son élasticité, mais même tout son mouvement, puisqu'il se fixe dans ces corps et en devient partie constituante. Il y a donc lieu de croire qu'il en est du feu comme de l'air, qui se trouve sur une forme fixe et concrète dans presque tous les corps; et l'on peut espérer qu'à l'exemple du docteur Hales [1], qui a su dégager cet air fixé dans tous les corps et en évaluer la quantité, il viendra quelque jour un physicien habile qui trouvera les moyens de distraire le feu de toutes les matières où il se trouve sous une forme fixe: mais il faut auparavant faire la table de ces matières, en établissant par l'expérience les différents rapports dans lesquels le feu se combine avec toutes les substances qui lui sont analogues, et se fixe en plus ou moins grande quantité, selon que ces substances ont plus ou moins de force pour le retenir.

Car il est évident que toutes les matières dont la pesanteur augmente par l'action du feu, sont douées d'une force attractive telle, que son effet est supérieur à celui de la force expansive dont les particules du feu sont animées, puisque celle-ci s'amortit et s'éteint, que son mouvement cesse, et que d'élastiques et fugitives qu'étaient ces particules ignées, elles deviennent fixes, solides, et prennent une forme concrète. Ainsi les matières qui augmentent de poids par le feu, comme l'étain, le plomb, les fleurs de zinc, etc., et toutes les autres qu'on pourra découvrir, sont des substances qui, par leur affinité avec le feu, l'attirent et se l'incorporent. Toutes les matières au contraire qui, comme le fer, le cuivre, etc., deviennent plus légères à mesure qu'on les calcine, sont des substances dont la force attractive, relativement aux particules ignées, est moindre que la force expansive du feu; et c'est ce qui fait que le feu, au lieu de se fixer dans ces matières, en enlève au contraire et en chasse les parties les moins liées, qui ne peuvent résister à son impulsion. Enfin celles qui, comme l'or, le platine, l'argent, le grès, etc., ne perdent ni n'acquièrent par l'application du feu, et qu'il ne fait, pour ainsi dire, que traverser sans en rien enlever et sans y rien laisser, sont des substances qui, n'ayant aucune affinité avec le feu, et ne pouvant se joindre avec lui, ne peuvent par conséquent ni le retenir ni l'accompagner en se laissant enlever. Il est évident que les matières des deux premières classes ont avec le feu un certain degré d'affinité, puisque celles de la seconde classe se chargent du feu qu'elles retiennent, et que le feu se charge de celles de la première classe et qu'il les emporte; au lieu que les matières de la troisième classe auxquelles il ne donne ni n'ôte rien, n'ont aucun rapport d'affinité ou d'attraction avec lui, et sont, pour ainsi dire, indifférentes à son action, qui ne peut ni les dénaturer ni même les altérer.

Cette division de toutes les matières en trois classes relatives à l'action du feu, n'exclut pas la division plus particulière et moins absolue de toutes les matières en deux autres classes, qu'on a jusqu'ici regardées comme relatives à leur propre nature, qui, dit-on, est toujours vitrescible ou calcaire. Notre nouvelle division n'est qu'un point de vue plus élevé, sous lequel il faut les considérer pour tâcher d'en déduire la connaissance même de l'agent qu'on emploie par les différents rapports que le feu peut avoir avec toutes les substances auxquelles on l'applique: faute de comparer ou de combiner ces rapports, ainsi que les moyens qu'on emploie pour appliquer le feu, je vois qu'on tombe tous les jours dans des contradictions apparentes, et même dans des erreurs très-préjudiciables [1].

[1] Le phosphore, qui n'est, pour ainsi dire, qu'une matière ignée, une substance qui conserve et condense le feu, serait le premier objet des expériences qu'il faudrait faire, pour traiter le feu comme M. Hales a traité l'air, et le premier instrument qu'il faudrait employer pour ce nouvel art.

[1] Je vais en donner un exemple récent. Deux habiles chimistes (MM. Pott et d'Arcet) ont soumis un grand nombre de substances à l'action du feu. Le premier s'est servi d'un fourneau que je suis étonné que le second n'ait point entendu, puisque rien ne m'a paru si clair dans tout l'ouvrage de M. Pott, et qu'il ne faut qu'un coup d'œil sur la planche gravée de ce fourneau, pour reconnaître que, par sa construction, il peut, quoique sans soufflets, faire à peu près autant d'effet que s'il en était garni; car au moyen des longs tuyaux qui sont adaptés au fourneau par le haut et par le bas, l'air y arrive et circule avec une rapidité d'autant plus grande, que les tuyaux sont mieux proportionnés: ce sont des soufflets constants, et dont on peut augmenter l'effet à volonté. Cette construction est si bonne et si simple, que je ne puis concevoir que M. d'Arcet dise *que ce fourneau est un problème pour lui... qu'il est persuadé que M. Pott a dû se servir de soufflets*, etc.; tandis qu'il est évident que son fourneau équivaut, par sa construction, à l'action des soufflets, et que par conséquent il n'avait pas besoin d'y avoir recours; que d'ailleurs ce fourneau est encore exempt du vice que M. d'Arcet reproche aux soufflets, dont il a raison de dire que *l'action alterne, sans cesse renaissante et expirante, jette du trouble et de l'inégalité sur celle du feu*; ce qui ne peut arriver ici, puisque, par la construction du fourneau, l'on voit évidemment que le renouvellement de l'air est constant, et que son action ne renaît ni n'expire, mais est continue et toujours uniforme. Ainsi M. Pott a employé l'un des moyens dont on se doit servir pour appliquer le feu, c'est-à-dire un moyen par lequel, comme

On pourrait donc dire, avec les naturalistes, que tout est vitrescible dans la nature, à l'exception de ce qui est calcaire; que les quartz, les cristaux, les pierres précieuses, les cailloux, les grès, les granits, porphyres, agates, ardoises, gypses, argiles, les pierres ponces, les laves, les amiantes, avec tous les métaux et autres minéraux, sont vitrifiables par le feu de nos fourneaux, ou par celui des miroirs ardents; tandis que les marbres, les albâtres, les pierres, les craies, les marnes, et les autres substances qui proviennent du détriment des coquilles et des madrépores, ne peuvent se réduire en fusion par ces moyens. Cependant je suis persuadé que si l'on vient à bout d'augmenter encore la force des fourneaux et surtout la puissance des miroirs ardents, on arrivera au point de faire fondre ces matières calcaires qui paraissent être d'une nature différente de celle des autres; puisqu'il y a mille et mille raisons de croire qu'au fond leur substance est la même, et que le verre est la base commune de toutes les matières terrestres.

Par les expériences que j'ai pu faire moi-même pour comparer la force du feu selon qu'on emploie ou sa vitesse, ou son volume, ou sa masse, j'ai trouvé que le feu des plus grands et des plus

par les soufflets, ou augmente la vitesse du feu, en le pressant incessamment par un air toujours renouvelé; et toutes les fusions qu'il a faites par ce moyen, et dont j'ai répété quelques-unes, comme celle du grès, du quartz, etc., sont très-réelles, quoique M. d'Arcet les nie; car pourquoi les niet-il? c'est que de son côté, au lieu d'employer, comme M. Pott, le premier de nos procédés généraux, c'est-à-dire le feu par sa vitesse accélérée autant qu'il est possible par le mouvement rapide de l'air, moyen par lequel il eût obtenu les mêmes résultats, il s'est servi du second procédé, et n'a employé que le feu en grand volume dans un fourneau, sans soufflets ou sans équivalent, dans lequel par conséquent le feu ne devait pas produire les mêmes effets, mais devait en donner d'autres, que par la même raison, le premier procédé ne pouvait pas produire. Ainsi les contradictions entre les résultats de ces deux habiles chimistes ne sont qu'apparentes et fondées sur deux erreurs évidentes : la première consiste à croire que le feu le plus violent est celui qui est en plus grand volume; et la seconde, que l'on doit obtenir du feu violent les mêmes résultats, de quelque manière qu'on l'applique · cependant ces deux idées sont fausses. La considération des vérités contraires est encore une des premières pierres qu'il faudrait poser aux fondements de la chimie; car ne serait-il pas très-nécessaire avant tout, et pour éviter de pareilles contradictions à l'avenir, que les chimistes ne perdissent pas de vue qu'il y a trois moyens généraux, et très-différents l'un de l'autre, d'appliquer le feu violent? le premier, comme je l'ai dit, par lequel on n'emploie qu'un petit volume de feu, mais que l'on agite, aiguise, exalte au plus haut degré par la vitesse de l'air, soit par des soufflets, soit par un fourneau semblable à celui de M. Pott, qui tire l'air avec rapidité. On voit par l'effet de la lampe d'émailleur, qu'avec une quantité de feu presque infiniment petite, on fait de plus grands effets en petit que le fourneau de verrerie ne peut en faire en grand. Le second moyen est d'appliquer le feu, non pas en petit, mais en très-grande quantité, comme on le fait dans les fourneaux de porcelaine et de verrerie, où le feu n'est fort que par son volume, où son action est tranquille, et n'est pas exaltée par un renouvellement très-rapide de l'air. Le troisième moyen est d'appliquer le feu en très-petit volume, mais en augmentant sa masse et son intensité au point de le rendre plus fort que par le second moyen, et plus violent que par le premier; et ce moyen de concentrer le feu et d'en augmenter la masse par les miroirs ardents, est encore le plus puissant de tous.

Or, chacun de ces trois moyens doit fournir un certain nombre de résultats différents : si, par le premier moyen, on fond et vitrifie telles et telles matières, il est très-possible que par le second moyen on ne puisse vitrifier ces mêmes matières, et qu'au contraire on en puisse fondre d'autres qui n'ont pu l'être par le premier moyen; et enfin, il est tout aussi possible que par le troisième moyen on obtienne encore plusieurs résultats semblables ou différents de ceux qu'ont fournis les deux premiers moyens. Dès lors un chimiste qui, comme M. Pott, n'emploie que le premier moyen doit se borner à donner les résultats fournis par ce moyen; faire, comme il l'a fait, l'énumération des matières qu'il a fondues, mais ne pas prononcer sur la non-fusibilité des autres, parce qu'elles peuvent l'être par le second ou troisième moyen; enfin ne pas dire affirmativement et exclusivement, en parlant de son fourneau, *qu'en une heure de temps, ou deux au plus, il met en fonte tout ce qui est fusible dans la nature*. Et, par la même raison, un autre chimiste, qui, comme M. d'Arcet, ne s'est servi que du second moyen, tombe dans l'erreur s'il se croit en contradiction avec celui qui ne s'est servi que du premier moyen, et cela parce qu'il n'a pu fondre plusieurs matières que l'autre a fait couler; et qu'au contraire il a mis en fusion d'autres matières que le premier n'avait pu fondre; car si l'un ou l'autre se fût avisé d'employer successivement les deux moyens, il aurait bien senti qu'il n'était point en contradiction avec lui-même, et que la différence des résultats ne provenait que de la différence des moyens employés. Que résulte-t-il donc de réel de tout ceci, sinon qu'il faut ajouter à la liste des matières fondues par M. Pott celles de M. d'Arcet, et se souvenir seulement que pour fondre les premières il faut le premier moyen, et le second pour fondre les autres? Il n'y a par conséquent aucune contradiction entre les expériences de M. Pott et celles de M. d'Arcet, que je crois également bonnes : mais tous deux, après cette conciliation, auraient encore tort de conclure qu'ils ont fondu par ces deux moyens tout ce qui est fusible dans la nature, puisque l'on peut démontrer que par le troisième moyen, c'est-à-dire par les miroirs ardents, on fond et vitrifie, on volatilise et même on brûle quelques matières qui leur ont également paru fixes et réfractaires au feu de leurs fourneaux. Je ne m'arrêterai pas sur plusieurs choses de détails, qui cependant mériteraient animadversion, parce qu'il est toujours utile de ne pas laisser germer des idées erronées ou des faits mal vus, et dont on peut tirer de fausses conséquences. M. d'Arcet dit qu'il a remarqué constamment que la flamme fait plus d'effet que le feu de charbon. Oui sans doute, si ce feu n'est pas excité par le vent; mais toutes les fois que le charbon ardent sera vivifié par un air rapide, il y aura de la flamme qui sera plus active et produira de bien plus grands effets que la flamme tranquille. De même lorsqu'il dit que les fourneaux donnent de la chaleur en raison de leur épaisseur, cela ne peut être vrai que dans le seul cas où, les fourneaux étant supposés égaux, le feu qu'ils contiennent serait en même temps animé par deux courants d'air égaux en volume et en rapidité. La violence du feu dépend presque en entier de cette rapidité du courant de l'air qui l'anime : je puis le démontrer par ma propre expérience : j'ai vu le grès, que M. d'Arcet croit infusible, couler et se couvrir d'émail par le moyen de deux bons soufflets, mais sans le secours d'aucun fourneau et à feu ouvert. L'effet des fourneaux épais n'est pas d'augmenter la chaleur, mais de la conserver; et ils la conservent d'autant plus longtemps qu'ils sont plus épais.

puissants fourneaux de verrerie n'est qu'un feu faible en comparaison de celui des fourneaux à soufflets, et que le feu produit au foyer d'un bon miroir ardent est encore plus fort que celui des plus grands fourneaux de forge. J'ai tenu pendant trente-six heures, dans l'endroit le plus chaud du fourneau de Rouelle en Bourgogne, où l'on fait des glaces aussi grandes et aussi belles qu'à Saint-Gobin en Picardie, et où le feu est aussi violent; j'ai tenu, dis-je, pendant trente-six heures à ce feu, de la mine de fer, sans qu'elle se soit fondue, ni agglutinée, ni même altérée en aucune manière; tandis qu'en moins de douze heures cette mine coule en fonte dans les fourneaux de ma forge: ainsi ce dernier feu est bien supérieur à l'autre. De même j'ai fondu ou volatilisé au miroir ardent plusieurs matières que ni le feu des fourneaux de reverbère, ni celui des plus puissants soufflets n'avait pu faire fondre, et je me suis convaincu que ce dernier moyen est le plus puissant de tous. Mais je renvoie à la partie expérimentale de mon ouvrage le détail de ces expériences importantes, dont je me contente d'indiquer ici le résultat général.

On croit vulgairement que la flamme est la partie la plus chaude du feu: cependant rien n'est plus mal fondé que cette opinion; car on peut démontrer le contraire par les expériences les plus aisées et les plus familières. Présentez à un feu de paille ou même à la flamme d'un fagot qu'on vient d'allumer, un linge pour le sécher ou le chauffer; il vous faudra le double et le triple du temps pour lui donner le degré de sécheresse ou de chaleur que vous lui donnerez en l'exposant à un brasier sans flamme, ou même à un poêle bien chaud. La flamme a été très-bien caractérisée par Newton, lorsqu'il l'a définie une fumée brûlante (*flamma est fumus candens*), et cette fumée ou vapeur qui brûle n'a jamais la même quantité, la même intensité de chaleur que le corps combustible duquel elle s'échappe; seulement, en s'élevant et s'étendant au loin, elle a la propriété de communiquer le feu, et de le porter plus loin que ne s'étend la chaleur du brasier, qui seule ne suffirait pas pour le communiquer même de près.

Cette communication du feu mérite une attention particulière. J'ai vu, après y avoir réfléchi, que, pour la bien entendre, il fallait s'aider, non-seulement des faits qui paraissent y avoir rapport, mais encore de quelques expériences nouvelles, dont le succès ne me paraît laisser aucun doute sur la manière dont se fait cette opération de la nature. Qu'on reçoive dans un moule deux ou trois milliers de fer au sortir du fourneau, ce métal perd en peu de temps son incandescence, et cesse d'être rouge après une heure ou deux, suivant l'épaisseur plus ou moins grande du lingot. Si, dans le moment qu'il cesse de nous paraître rouge, on le tire du moule, les parties inférieures seront encore rouges, mais perdront cette couleur en peu de temps. Or, tant que le rouge subsiste, on pourra enflammer, allumer les matières combustibles qu'on appliquera sur ce lingot: mais dès qu'il a perdu cet état d'incandescence, il y a des matières en grand nombre qu'il ne peut plus enflammer; et cependant la chaleur qu'il répand est peut-être cent fois plus grande que celle d'un feu de paille, qui néanmoins communiquerait, l'inflammation à toutes ces matières: cela m'a fait penser que la flamme étant nécessaire à la communication du feu, il y avait de la flamme dans toute incandescence; la couleur rouge semble en effet nous l'indiquer; mais par l'habitude où l'on est de ne regarder comme flamme que cette matière légère qu'agite et qu'emporte l'air, on n'a pas pensé qu'il pouvait y avoir de la flamme assez dense pour ne pas obéir, comme la flamme commune, à l'impulsion de l'air; et c'est ce que j'ai voulu vérifier par quelques expériences, en approchant par degrés de ligne et de demi-ligne, des matières combustibles, près de la surface du métal en incandescence et dans l'état qui suit l'incandescence.

Je suis donc convaincu que les matières incombustibles et même les plus fixes, telles que l'or et l'argent, sont, dans l'état d'incandescence, environnées d'une flamme dense qui ne s'étend qu'à une très-petite distance, et qui, pour ainsi dire, est attachée à leur surface; et je conçois aisément que quand la flamme devient dense à un certain degré, elle cesse d'obéir à la fluctuation de l'air. Cette couleur blanche ou rouge qui sort de tous les corps en incandescence et vient frapper nos yeux, est l'évaporation de cette flamme dense qui environne le corps en se renouvelant incessamment à sa surface; et la lumière du soleil même n'est-elle pas l'évaporation de cette flamme dense dont brille sa surface avec si grand éclat? cette lumière ne produit-elle pas, lorsqu'on la condense, les

mêmes effets que la flamme la plus vive? ne communique-t-elle pas le feu avec autant de promptitude et d'énergie? ne résiste-t-elle pas comme notre flamme dense à l'impulsion de l'air? ne suit-elle pas toujours une route directe, que le mouvement de l'air ne peut ni contrarier ni changer, puisqu'en soufflant, comme je l'ai éprouvé, avec un fort soufflet sur le cône lumineux d'un miroir ardent, on ne diminue point du tout l'action de la lumière dont il est composé, et qu'on doit la regarder comme une vraie flamme plus pure et plus dense que toutes les flammes de nos matières combustibles?

C'est donc par la lumière que le feu se communique, et la chaleur seule ne peut produire le même effet que quand elle devient assez forte pour être lumineuse. Les métaux, les cailloux, les grès, les briques, les pierres calcaires, quel que puisse être leur degré différent de chaleur, ne pourront enflammer d'autres corps que quand ils seront devenus lumineux. L'eau elle-même, cet élément destructeur du feu, et par lequel seul nous pouvons en empêcher la communication, le communique néanmoins, lorsque dans un vaisseau bien fermé, tel que celui de la marmite de *Papin*[1], on la pénètre d'une assez grande quantité de feu pour la rendre lumineuse, et capable de fondre le plomb et l'étain; tandis que, quand elle n'est pas bouillante, loin de propager et de communiquer le feu, elle l'éteint sur-le-champ. Il est vrai que la chaleur seule suffit pour préparer et disposer les corps combustibles à l'inflammation, et les autres à l'incandescence. La chaleur chasse des corps toutes les parties humides, c'est-à-dire l'eau qui de toutes les matières est celle qui s'oppose le plus à l'action du feu; et ce qui est remarquable, c'est que cette même chaleur qui dilate tous les corps ne laisse pas de les durcir en les séchant. Je l'ai reconnu cent fois en examinant les pierres de mes grands fourneaux, surtout les pierres calcaires; elles prennent une augmentation de dureté proportionnée au temps qu'elles ont éprouvé la chaleur : celles, par exemple, des parois extérieures du fourneau, et qui ont reçu sans interruption, pendant cinq ou six mois de suite quatre-vingts ou quatre-vingt-cinq degrés de chaleur constante, deviennent si dures, qu'on a de la peine à les entamer avec les instruments ordinaires du tailleur de pierres; ou dirait qu'elles ont changé de qualité, quoique néanmoins elles la conservent à tous autres égards; car ces mêmes pierres n'en font pas moins de la chaux comme les autres, lorsqu'on leur applique le degré de feu nécessaire à cette opération.

Ces pierres, devenues dures par la longue chaleur qu'elles ont éprouvée, deviennent en même temps spécifiquement plus pesantes; de là j'ai cru devoir tirer une induction qui prouve, et même confirme pleinement que la chaleur, quoiqu'en apparence toujours fugitive et jamais stable dans les corps qu'elle pénètre, et dont elle semble constamment s'efforcer de sortir, y dépose néanmoins d'une manière très-stable beaucoup de parties qui s'y fixent, et remplacent, en quantité même plus grande, les parties aqueuses et autres qu'elle en a chassées. Mais ce qui paraît contraire, ou du moins très-difficile à concilier ici, c'est que cette même pierre calcaire, qui devient spécifiquement plus pesante par l'action d'une chaleur modérée, longtemps continuée, devient tout à coup plus légère de près d'une moitié de son poids, dès qu'on la soumet au grand feu nécessaire à sa calcination, et qu'elle perd en même temps, non-seulement toute la dureté qu'elle avait acquise par l'action de la simple chaleur, mais même sa dureté naturelle, c'est-à-dire la cohérence de ses parties constituantes : effet singulier dont je renvoie l'explication à l'article suivant, où je traiterai de l'air, de l'eau et de la terre, parce qu'il me paraît tenir encore plus à la nature de ces trois éléments qu'à celle de l'élément du feu.

Mais c'est ici le lieu de parler de la calcination : prise généralement, elle est pour les corps fixes et incombustibles ce qu'est la combustion pour les matières volatiles et inflammables; la calcination a besoin, comme la combustion, du secours de l'air; elle s'opère d'autant plus vite qu'on lui fournit une plus grande quantité d'air; sans cela le feu le plus violent ne peut rien calciner, rien enflammer, que les matières qui contiennent en elles-mêmes, et qui fournissent, à mesure qu'elles brûlent ou se calcinent, tout l'air nécessaire à la combustion ou à la calcination des substances avec lesquelles on les mêle. Cette nécessité du concours de l'air dans la calcination, comme dans la combustion, in-

[1] Dans le *Digesteur* de Papin, la chaleur de l'eau est portée au point de fondre le plomb et l'étain qu'on y a suspendus avec du fil de fer ou de laiton. — Musschenbroeck, *Essai de physique*, page 454, cité par M. de Mairan. *Dissertation sur la glace*, page 182.

dique qu'il y a plus de choses communes entre elles qu'on ne l'a soupçonné. L'application du feu est le principe de toutes deux ; celle de l'air en est la cause seconde, et presque aussi nécessaire que la première ; mais ces deux causes se combinent inégalement, selon qu'elles agissent en plus ou moins de temps, avec plus ou moins de force sur des substances différentes ; il faut, pour en raisonner juste, se rappeler les effets de la calcination et les comparer entre eux et avec ceux de la combustion.

La combustion s'opère promptement et quelquefois se fait en un instant ; la calcination est toujours plus lente, et quelquefois si longue, qu'on la croit impossible. A mesure que les matières sont plus inflammables et qu'on leur fournit plus d'air, la combustion s'en fait avec plus de rapidité : et, par la raison inverse, à mesure que les matières sont plus incombustibles, la calcination s'en fait avec plus de lenteur. Et lorsque les parties constituantes d'une substance telle que l'or sont non-seulement incombustibles, mais paraissent si fixes qu'on ne peut les volatiliser, la calcination ne produit aucun effet, quelque violente qu'elle puisse être. On doit donc considérer la calcination et la combustion comme des effets du même ordre, dont les deux extrêmes nous sont désignés par le phosphore, qui est le plus inflammable de tous les corps, et par l'or, qui de tous est le plus fixe et le moins combustible ; toutes les substances comprises entre ces deux extrêmes seront plus ou moins sujettes aux effets de la combustion ou de la calcination, selon qu'elles s'approcheront plus ou moins de ces deux extrêmes : de sorte que, dans les points milieux, il se trouvera des substances qui éprouveront au feu combustion et calcination en degré presque égal ; d'où nous pouvons conclure, sans craindre de nous tromper, que toute calcination est toujours accompagnée d'un peu de combustion, et que de même toute combustion est accompagnée d'un peu de calcination. Les cendres et les autres résidus des matières les plus combustibles ne démontrent-ils pas que le feu a calciné toutes les parties qu'il n'a pas brûlées, et que par conséquent un peu de calcination se trouve ici avec beaucoup de combustion? La petite flamme qui s'élève de la plupart des matières qu'on calcine, ne démontre-t-elle pas de même qu'il s'y fait un peu de combustion? Ainsi, nous ne devons pas séparer ces deux effets, si nous voulons bien saisir les résultats de l'action du feu sur les différentes substances auxquelles on l'applique.

Mais, dira-t-on, la combustion détruit les corps, ou du moins en diminue toujours le volume ou la masse, en raison de la quantité de matière qu'elle enlève ou consume ; la calcination fait souvent le contraire, et augmente la pesanteur d'un grand nombre de matières : doit-on dès lors considérer ces deux effets, dont les résultats sont si contraires, comme des effets du même ordre? L'objection paraît fondée, et mérite réponse, d'autant que c'est ici le point le plus difficile de la question. Je crois néanmoins pouvoir y satisfaire pleinement. Considérons pour cela une matière dans laquelle nous supposerons moitié de parties fixes et moitié de parties volatiles ou combustibles ; il arrivera, par l'application du feu, que toutes ces parties volatiles ou combustibles seront enlevées ou brûlées, et par conséquent séparées de la masse totale ; dès lors cette masse ou quantité de matière se trouvera diminuée de moitié, comme nous le voyons dans les pierres calcaires qui perdent au feu près de la moitié de leur poids. Mais si l'on continue à appliquer le feu pendant un très-long temps à cette moitié toute composée de parties fixes, n'est-il pas facile de concevoir que toute combustion, toute volatilisation ayant cessé, cette matière, au lieu de continuer à perdre de sa masse, doit au contraire en acquérir aux dépens de l'air et du feu dont on ne cesse de la pénétrer? et celles qui, comme le plomb, ne perdent rien, mais gagnent par l'application du feu, sont des matières déjà calcinées, préparées par la nature au degré où la combustion a cessé, et susceptibles, par conséquent, d'augmenter de pesanteur dès les premiers instants de l'application du feu. Nous avons vu que la lumière s'amortit et s'éteint à la surface de tous les corps qui ne la réfléchissent pas ; nous avons vu que la chaleur, par sa longue résidence, se fixe en partie dans les matières qu'elle pénètre ; nous savons que l'air, presque aussi nécessaire à la calcination qu'à la combustion, et toujours d'autant plus nécessaire à la calcination que les matières ont plus de fixité, se fixe lui-même dans l'intérieur des corps, et en devient partie constituante : dès lors n'est-il pas très-naturel de penser que cette augmentation de pesanteur ne vient que de l'addition des particules de lumière, de chaleur et d'air, qui se sont enfin fixées et unies à une ma-

tière contre laquelle elles ont fait tant d'efforts, sans pouvoir ni l'enlever ni la brûler? Cela est si vrai, que quand on leur présente ensuite une substance combustible avec laquelle elles ont bien plus d'analogie, ou plutôt de conformité de nature, elles s'en saisissent avidement, quittent la matière fixe à laquelle elles n'étaient, pour ainsi dire, attachées que par force, reprennent par conséquent leur mouvement naturel, leur élasticité, leur volatilité, et partent toutes avec la matière combustible à laquelle elles viennent de se joindre. Dès lors le métal ou la matière calcinée, à laquelle vous avez rendu ces parties volatiles qu'elle avait perdues par sa combustion, reprend sa première forme, et sa pesanteur se trouve diminuée de toute la quantité des particules de feu et d'air qui s'étaient fixées, et qui viennent d'être enlevées par cette nouvelle combustion. Tout cela s'opère par la seule loi des affinités ; et, après ce qui vient d'être dit, il me semble qu'il n'y a pas plus de difficulté à concevoir comment la chaux d'un métal se réduit, que d'entendre comment il se précipite en dissolution : la cause est la même et les effets sont pareils. Un métal dissous par un acide se précipite lorsqu'on présente à cet acide une autre substance avec laquelle il a plus d'affinité qu'avec le métal ; l'acide le quitte alors et le laisse tomber. De même ce métal calciné, c'est-à-dire chargé de parties d'air, de chaleur et de feu, qui, s'étant fixées, le tiennent sous la forme d'une chaux, se précipitera, ou, si l'on veut, se réduira, lorsqu'on présentera à ce feu et à cet air fixés des matières combustibles, avec lesquelles ils ont bien plus d'affinité qu'avec le métal, qui reprendra sa première forme dès qu'il sera débarrassé de cet air et de ce feu superflus, et qu'il aura repris, aux dépens des matières combustibles qu'on lui présente, les parties volatiles qu'il avait perdues.

Cette explication me paraît si simple et si claire, que je ne vois pas ce qu'on peut y opposer. L'obscurité de la chimie vient en grande partie de ce qu'on en a peu généralisé les principes, et qu'on ne les a pas réunis à ceux de la haute physique. Les chimistes ont adopté les affinités sans les comprendre, c'est-à-dire sans entendre le rapport de la cause à l'effet, qui néanmoins n'est autre que celui de l'attraction universelle ; ils ont créé leur phlogistique sans savoir ce que c'est, et cependant c'est de l'air et du feu fixes ; ils ont formé, à mesure qu'ils en ont eu besoin, des êtres idéaux, des *minéralisateurs*, des *terres mercurielles*, des noms, des termes d'autant plus vagues, que l'acception en est plus générale. J'ose dire que M. Macquer[1] et M. de Morveau[2] sont les premiers de nos chimistes qui aient commencé à parler français[3]. Cette science va donc naître, puisqu'on commence à la parler ; et on la parlera d'autant mieux, on l'entendra d'autant plus aisément, qu'on en bannira le plus de mots techniques, qu'on renoncera de meilleure foi à tous ces petits principes secondaires tirés de la méthode, qu'on s'occupera davantage de les déduire des principes généraux de la mécanique rationnelle, qu'on cherchera avec plus de soin à les ramener aux lois de la nature, et qu'on sacrifiera plus volontiers la commodité d'expliquer d'une manière précaire et selon l'art les phénomènes de la composition ou de la décomposition des substances à la difficulté de les présenter pour tels qu'ils sont, c'est-à-dire pour des effets particuliers dépendants des faits plus généraux qui sont les seules vraies causes, les seuls principes réels auxquels on doive s'attacher, si l'on veut avancer la science de la philosophie naturelle.

Je crois avoir démontré[4] que toutes les petites lois des affinités chimiques qui paraissent si variables, si différentes entre elles, ne sont cependant pas autres que la loi générale de l'attraction commune à toute la matière ; que cette grande loi, toujours constante, toujours la même, ne paraît varier que par son expression, qui ne peut pas être la même, lorsque la figure des corps entre comme élément dans leur distance. Avec cette nouvelle clef, on pourra scruter les secrets les plus profonds de la nature ; on pourra parvenir à connaître la figure des parties primitives des différentes substances, assigner les lois et les degrés de leurs affinités, déterminer les formes qu'elles prendront en se réunissant, etc. Je crois de même avoir fait entendre comment l'impulsion dépend de l'attraction, et

[1] Dictionnaire de chimie ; Paris, 1766.

[2] Digressions académiques ; Dijon, 1772.

[3] Dans le moment même qu'on imprime ces feuilles, paraît l'ouvrage de M. Beaumé, qui a pour titre : *Chimie expérimentale et raisonnée*. L'auteur, non-seulement y parle une langue intelligible, mais s'y montre partout aussi bon physicien que grand chimiste ; et j'ai eu la satisfaction de voir que quelques-unes de ses idées générales s'accordent avec les miennes.

[4] Voyez dans cet ouvrage l'article qui a pour titre : *De la Nature, seconde vue*.

que, quoiqu'on puisse la considérer comme une force différente, elle n'est néanmoins qu'un effet particulier de cette force unique et générale. J'ai présenté la communication du mouvement comme impossible, autrement que par le ressort; d'où j'ai conclu que tous les corps de la nature sont plus ou moins élastiques, et qu'il n'y en a aucun qui soit parfaitement dur, c'est-à-dire entièrement privé de ressort, puisque tous sont susceptibles de recevoir du mouvement. J'ai tâché de faire connaître comment cette unique force pouvait changer de direction, et d'attractive devenir tout à coup répulsive. Et de ces grands principes, qui tous sont fondés sur la mécanique rationnelle, j'ai essayé de déduire les principales opérations de la nature, telles que la production de la lumière, de la chaleur, du feu, et de leur action sur les différentes substances : ce dernier objet, qui nous intéresse le plus, est un champ vaste, dont le défrichement suppose plus d'un siècle, et dont je n'ai pu cultiver qu'un espace médiocre, en remettant à des mains plus habiles ou plus laborieuses les instruments dont je me suis servi. Ces instruments sont les trois moyens d'employer le feu par sa vitesse, par son volume et par sa masse, en l'appliquant concurremment aux trois classes des substances, qui toutes ou perdent, ou gagnent, ou ne perdent ni ne gagnent par l'application du feu. Les expériences que j'ai faites sur le refroidissement des corps, sur la pesanteur réelle du feu, sur la nature de la flamme, sur le progrès de la chaleur, sur sa communication, sa déperdition, sa concentration, sur sa violente action sans flamme, etc., sont encore autant d'instruments qui épargneront beaucoup de travail à ceux qui voudront s'en servir, et produiront une très-ample moisson de connaissances utiles.

DES ÉLÉMENTS.

SECONDE PARTIE.

DE L'AIR, DE L'EAU ET DE LA TERRE.

Nous avons vu que l'air est l'adminicule nécessaire et le premier aliment du feu, qui ne peut ni subsister, ni se propager, ni s'augmenter, qu'autant qu'il se l'assimile, le consomme ou l'emporte; tandis que de toutes les substances matérielles l'air est au contraire celle qui paraît exister le plus indépendamment, et subsister le plus aisément, le plus constamment, sans le secours ou la présence du feu. Car, quoiqu'il ait habituellement la même chaleur à peu près que les autres matières à la surface de terre, il pourrait s'en passer, et il lui en faut infiniment moins qu'à tout autre pour entretenir sa fluidité, puisque les froids les plus excessifs, soit naturels, soit artificiels, ne lui font rien perdre de sa nature; que les condensations les plus fortes ne sont pas capables de rompre son ressort; que le feu actif, ou plutôt actuellement en exercice sur les matières combustibles, est le seul agent qui puisse altérer sa nature en le raréfiant, c'est-à-dire en affaiblissant, en étendant son ressort jusqu'au point de le rendre sans effet et de détruire ainsi son élasticité. Dans cet état de trop grande expansion et d'affaiblissement extrême de son ressort, et dans toutes les nuances qui précèdent cet état, l'air est capable de reprendre son élasticité à mesure que les vapeurs des matières combustibles qui l'avaient affaiblie s'évaporeront et s'en sépareront. Mais si le ressort a été totalement affaibli, et si prodigieusement étendu, qu'il ne puisse plus se resserrer ni se restituer, ayant perdu toute sa puissance élastique, l'air, de volatile qu'il était auparavant, devient une substance fixe qui s'incorpore avec les autres substances et fait dès lors partie constituante de toutes celles auxquelles il s'unit par le contact, ou dans lesquelles il pénètre à l'aide de la chaleur. Sous cette nouvelle forme, il ne peut plus abandonner le feu que pour s'unir comme matière fixe à d'autres matières fixes; et s'il en reste quelques parties inséparables du feu, elles font dès lors portion de cet élément; elles lui servent de base et se déposent avec lui dans les substances qu'ils échauffent et pénètrent ensemble. Cet effet, qui se manifeste dans toutes les calcinations, est d'autant plus sûr et d'autant plus sensible que la chaleur est appliquée plus longtemps. La combustion ne demande que peu de temps pour se faire, même complétement, au lieu que toute calcination suppose beaucoup de temps. Il faut, pour l'accélérer, amener à la surface, c'est-à-dire présenter successivement à l'air, les matières que l'on veut calciner; il faut les fondre ou les diviser en parties impalpables, pour qu'elles offrent à cet air plus de superficie; il faut même se servir de soufflets, moins pour augmenter l'ardeur du feu, que pour établir un courant d'air sur la surface

des matières, si l'on vent presser leur calcination: et, pour la compléter avec tous ces moyens, il faut souvent beaucoup de temps[1], d'où l'on doit conclure qu'il faut aussi une assez longue résidence de l'air devenu fixe dans les substances terrestres, pour qu'il s'établisse à demeure sous cette nouvelle forme.

Mais il n'est pas nécessaire que le feu soit violent pour faire perdre à l'air son élasticité; le plus petit feu, et même une chaleur très-médiocre, dès qu'elle est immédiatement et constamment appliquée sur une petite quantité d'air, suffisent pour en détruire le ressort: et pour que cet air sans ressort se fixe ensuite dans les corps, il ne faut qu'un peu plus ou un peu moins de temps, selon le plus ou moins d'affinité qu'il peut avoir sous cette nouvelle forme avec les matières auxquelles il s'unit. La chaleur du corps des animaux et même des végétaux est encore assez puissante pour produire cet effet: les degrés de chaleur sont différents dans les différents genres d'animaux; et, à commencer par les oiseaux, qui sont les plus chauds de tous, on passe successivement aux quadrupèdes, à l'homme, aux cétacés, qui le sont moins; aux reptiles, aux poissons, aux insectes, qui le sont beaucoup moins; et enfin aux végétaux, dont la chaleur est si petite, qu'elle a paru nulle aux observateurs[2], quoiqu'elle soit très-réelle et qu'elle surpasse en hiver celle de l'atmosphère. J'ai observé sur un grand nombre de gros arbres coupés dans un temps froid, que leur intérieur était très-sensiblement chaud, et que cette chaleur durait pendant plusieurs minutes après leur abattage. Ce n'est pas le mouvement violent de la cognée, ou le frottement brusque et réitéré de la scie, qui produisent seuls cette chaleur; car en fendant ensuite ce bois avec des coins, j'ai vu qu'il était chaud à deux ou trois pieds de distance de l'endroit où l'on avait placé les coins, et que par conséquent il avait un degré de chaleur assez sensible dans tout son intérieur. Cette chaleur n'est que très-médiocre tant que l'arbre est jeune et qu'il se porte bien: mais dès qu'il commence à vieillir, le cœur s'échauffe par la fermentation de la sève, qui n'y circule plus avec la même liberté; cette partie du centre prend en s'échauffant une teinte rouge, qui est le premier indice du dépérissement de l'arbre et de la désorganisation du bois. J'en ai manié des morceaux dans cet état, qui étaient aussi chauds que si on les eût fait chauffer au feu. Si les observateurs n'ont pas trouvé qu'il y eût aucune différence entre la température de l'air et la chaleur des vegetaux, c'est qu'ils ont fait leurs observations en mauvaise saison, et qu'ils n'ont pas fait attention qu'en été la chaleur de l'air est aussi grande et plus grande que celle de l'intérieur d'un arbre, tandis qu'en hiver c'est tout le contraire; ils ne se sont pas souvenus que les racines ont constamment au moins le degré de la chaleur de la terre qui les environne, et que cette chaleur de l'intérieur de la terre est, pendant tout l'hiver, considérablement plus grande que celle de l'air et de la surface de la terre refroidie par l'air: ils ne se sont pas rappelé que les rayons du soleil, tombant trop vivement sur les feuilles et sur les autres parties délicates des végétaux, non-seulement les échauffent, mais les brûlent; qu'ils échauffent de même à un très-grand degré l'écorce et le bois dont ils pénètrent la surface, dans laquelle ils s'amortissent et se fixent: ils n'ont pas pensé que le mouvement seul de la sève, déjà chaude, est une cause nécessaire de chaleur, et que ce mouvement venant à augmenter par l'action du soleil ou d'une autre chaleur extérieure, celle des végétaux doit être d'autant plus grande que le mouvement de leur sève est plus accéléré, etc. Je n'insiste si longtemps sur ce point qu'à cause de son importance; l'uniformité du plan de la nature serait violée, si, ayant accordé à tous les animaux un degré de chaleur supérieur à celui des matières brutes, elle l'avait refusé aux végétaux, qui, comme les animaux, ont leur espèce de vie.

Mais ici l'air contribue encore à la chaleur animale et vitale, comme nous avons vu plus

[1] Je ne sais si l'on ne calcinerait pas l'or, non pas en le tenant, comme Boyle ou Kunkel, pendant un très-long temps, dans un fourneau de verrerie, où la vitesse de l'air n'est pas grande, mais en le mettant près de la tuyère d'un bon fourneau à vent, et le tenant en fusion dans un vaisseau ouvert où l'on plongerait une petite spatule, qu'on ajusterait de manière qu'elle tournerait incessamment, et remuerait continuellement l'or en fusion: car il n'y a pas de comparaison entre la force de ces feux, parce que l'air est ici bien plus accéléré que dans les fourneaux de verrerie.

[2] « Dans toutes les expériences que j'ai tentées (dit le docteur Martine), je n'ai pu découvrir qu'aucun des végétaux acquît en vertu du principe de vie un degré de chaleur supérieur à celui du milieu environnant, et qui pût être distingué; au contraire, tous les animaux, quelque peu que leur vie soit animée, ont un degré de chaleur plus considérable que celui de l'air ou de l'eau où ils vivent. » *Essais sur les thermomètres*, article 37, édition in-12; Paris, 1751. — « On ne découvre au toucher aucun degré de chaleur dans les plantes, soit dans leurs larmes, soit dans le cœur de leur tige. » (Bacon, nov. Organ. II, 12.)

haut qu'il contribuait à l'action du feu dans la combustion et la calcination des matières combustibles et calcinables. Les animaux qui ont des poumons, et qui par conséquent respirent l'air, ont toujours plus de chaleur que ceux qui en sont privés; et plus la surface intérieure des poumons est étendue et ramifiée en un plus grand nombre de cellules ou de bronches, plus, en un mot, elle présente de superficie à l'air que l'animal tire par l'inspiration, plus aussi son sang devient chaud, et plus il communique de chaleur à toutes les parties du corps qu'il abreuve ou nourrit; et cette proportion a lieu dans tous les animaux connus. Les oiseaux ont, relativement au volume de leur corps, les poumons considérablement plus étendus que l'homme ou les quadrupèdes; les reptiles, même ceux qui ont de la voix, comme les grenouilles, n'ont, au lieu de poumons, qu'une simple vessie; les insectes, qui n'ont que peu ou point de sang, ne pompent l'air que par quelques trachées, etc. Aussi, en prenant le degré de la température de la terre pour terme de comparaison, j'ai vu que cette chaleur étant supposée de dix degrés, celle des oiseaux était de près de trente-trois degrés, celle de quelques quadrupèdes de plus de trente et un degrés et demi, celle de l'homme de trente et demi ou trente et un[1], tandis que celle des grenouilles n'est que de quinze ou seize, celle des poissons et des insectes de onze ou douze, c'est-à-dire la moindre de toutes, et à très-peu près la même que celle des végétaux. Ainsi le degré de chaleur dans l'homme et dans les animaux dépend de la force et de l'étendue des poumons : ce sont les soufflets de la machine animale; ils en entretiennent et augmentent le feu selon qu'ils sont plus ou moins puissants, et que leur mouvement est plus ou moins prompt. La seule difficulté est de concevoir comment ces espèces de soufflets (dont la construction est aussi supérieure à celle de nos soufflets d'usage que la nature est au-dessus de nos arts) peuvent porter l'air sur le feu qui nous anime; feu dont le foyer paraît assez indéterminé, feu qu'on n'a pas même voulu qualifier de ce nom, parce qu'il est sans flamme, sans fumée apparente, et que sa chaleur n'est que très-médiocre et assez uniforme. Cependant, si l'on considère que la chaleur et le feu sont des effets et même des éléments du même ordre, si l'on se rappelle que la chaleur raréfie l'air, et qu'en étendant son ressort elle peut l'affaiblir au point de le rendre sans effet, on pourra penser que cet air tiré par nos poumons, s'y raréfiant beaucoup, doit perdre son ressort dans les bronches et dans les petites vésicules où il ne peut pénétrer qu'en très-petit volume, et en bulles dont le ressort, déjà très-

[1] « A mon thermomètre (dit le docteur Martine), où le terme « de la congélation est marqué 32, j'ai trouvé que ma peau, « partout où elle était bien couverte, élevait le mercure au « degré quatre-vingt-seize ou quatre-vingt-dix-sept..... que « l'urine nouvellement rendue, et reçue dans un vase de la « même température qu'elle, est à peine d'un degré plus « chaude que la peau, et nous pouvons supposer qu'elle est à « peu près au degré des viscères voisins... Dans les quadru- « pèdes ordinaires, tels que les chiens, les chats, les brebis, les « bœufs, les cochons, etc., la chaleur de la peau élève le ther- « momètre quatre ou cinq degrés plus haut que dans l'homme, « et le porte aux degrés cent, cent un, cent deux, et dans quel- « ques-uns aux degrés cent trois, ou même un peu plus haut... « La chaleur des cétacés est égale à celle des quadrupèdes... « J'ai trouvé que la chaleur de la peau du veau marin était « proche du degré cent deux, et celle de la cavité de l'abdo- « men environ un degré plus haut... Les oiseaux sont les plus « chauds de tous les animaux, et surpassent de trois ou qua- « tre degrés les quadrupèdes, suivant l'expérience que j'en ai « faite moi-même sur les canards, les oies, les poules, les pi- « geons, les perdrix, les hirondelles; la boule du thermomètre, « placée entre leurs cuisses, le mercure s'élevait aux degrés cent « trois, cent quatre, cent cinq, cent six, cent sept. » Le même observateur a reconnu que les chenilles n'avaient que très-peu de chaleur, environ deux ou trois degrés au-dessus de l'air dans lequel elles vivent. « Ainsi, dit-il, la classe des animaux froids « est formée par toute la famille des insectes, hormis les abeil- « les qui font une exception singulière (*)... J'ai trouvé, par « des expériences fréquentes, que la chaleur d'un essaim d'a- « beilles élevait le thermomètre qui en était entouré au degré « quatre-vingt-dix-sept, chaleur qui ne cède point à la nôtre. « La chaleur des autres animaux d'une vie faible excède peu la « chaleur du milieu environnant; à peine distingue-t-on quel- « ques différences dans les moules et dans les huîtres, très- « peu dans les carrelets, les merlans, les merlus et autres pois- « sons à ouïes, qui m'ont tous paru avoir à peine un degré de « plus que l'eau de mer dans laquelle ils vivent, et qui était, « lors de mon observation, au degré de quarante-un. Enfin, il « n'y en a guère plus dans les poissons de rivière, et quelques « truites que j'ai examinées étaient au degré soixante-deux, « pendant que l'eau de la rivière était au degré soixante-un...; « Suivant le résultat de plusieurs expériences, j'ai trouvé que « les limaçons étaient de deux degrés plus chauds que l'air. « Les grenouilles et les tortues de terre m'ont paru avoir quel- « que chose de plus, et environ cinq degrés de plus que l'air « qu'elles respiraient.... J'ai aussi examiné la chaleur d'une « carpe et celle d'une anguille, et j'ai trouvé qu'elle excédaient « à peine la chaleur de l'eau où ces poissons vivaient, et qui « était au degré cinquante-quatre. » *Essais sur les thermomètres*, art. 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46 et 47.

(*) Nota. Je ne sais pas s'il faut faire ici une exception pour les abeilles, comme l'ont fait la plupart de nos observateurs, qui prétendent que ces mouches ont autant de chaleur que les animaux qui respirent, parce que leur ruche est aussi chaude que le corps de ces animaux. Il me semble que cette chaleur de l'intérieur de la ruche n'est point du tout la chaleur de chaque abeille, mais la somme totale de la chaleur qui s'évapore des corps de neuf ou dix mille individus réunis dans cet espace où leur mouvement continuel doit l'augmenter encore; et en divisant cette somme générale de chaleur par la quantité particulière de chaleur qui s'évapore de chaque individu, on trouverait peut être que l'abeille n'a pas plus de chaleur qu'une autre mouche.

étendu, sera bientôt détruit par la chaleur du sang artériel et veineux; car ces vaisseaux du sang ne sont séparés des vésicules pulmonaires qui reçoivent l'air que par des cloisons si minces, qu'elles laissent aisément passer cet air dans le sang où il ne peut manquer de produire le même effet que sur le feu commun, parce que le degré de chaleur de ce sang est plus que suffisant pour détruire en entier l'élasticité des particules d'air, les fixer et les entraîner sous cette nouvelle forme dans toutes les voies de la circulation. Le feu du corps animal ne diffère du feu commun que du moins au plus; le degré de chaleur est moindre : dès lors il n'y a point de flamme, parce que les vapeurs qui s'élèvent, et qui représentent la fumée de ce feu, n'ont pas assez de chaleur pour s'enflammer ou devenir ardentes, et qu'étant d'ailleurs mêlées de beaucoup de parties humides qu'elles enlèvent avec elles, ces vapeurs ou cette fumée ne peuvent ni s'allumer ni brûler[1]. Tous les autres effets sont absolument les mêmes : la respiration d'un petit animal absorbe autant d'air que la lumière d'une chandelle; dans des vaisseaux fermés, de capacités égales, l'animal meurt en même temps que la chandelle s'éteint. Rien ne peut démontrer plus évidemment que le feu de l'animal et celui de la chandelle, ou de toute autre matière combustible allumée, sont des feux non-seulement du même ordre, mais d'une seule et même nature, auxquels le secours de l'air est également nécessaire, et qui tous deux se l'approprient de la même manière, l'absorbent comme aliment, l'entraînent dans leur route, ou le dé-

[1] J'ai fait une grande expérience au sujet de l'inflammation de la fumée. J'ai rempli de charbon sec et conservé à couvert depuis plus de six mois deux de mes fourneaux, qui ont également quatorze pieds de hauteur, et qui ne diffèrent dans leur construction que par les proportions des dimensions en largeur, le premier contenant juste un tiers de plus que le second. J'ai rempli l'un avec douze cents livres de ce charbon, et l'autre avec huit cents livres, et j'ai adapté au plus grand un tuyau d'aspiration construit avec un châssis de fer, garni de tôle, qui avait treize pouces en carré sur dix pieds de hauteur; je lui avais donné treize pouces sur les quatre côtés, pour qu'il remplît exactement l'ouverture supérieure du fourneau, qui était carrée, et qui avait treize pouces et demi de toutes faces. Avant de remplir ces fourneaux, on avait préparé dans le bas une petite cavité en forme de voûte, soutenue par des bois secs, sous lesquels on mit le feu au moment qu'on commença de charger de charbon; ce feu, qui était d'abord vif, se ralentit à mesure qu'on chargeait; cependant il subsista toujours sans s'éteindre; et lorsque les fourneaux furent remplis en entier, j'en examinai le progrès et le produit, sans le remuer et sans y rien ajouter. Pendant les six premières heures, la fumée, qui avait commencé de s'élever au moment qu'on avait commencé de charger, était très-humide; ce que je reconnaissais aisément par les gouttes d'eau qui paraissaient sur les parties extérieures du tuyau d'aspiration; et ce tuyau n'était encore au bout de six heures que médiocrement chaud, car je pouvais le toucher aisément. On laissa le feu, le tuyau et les fourneaux pendant toute la nuit dans cet état; la fumée, continuant toujours, devint si abondante, si épaisse et si noire, que le lendemain, en arrivant à mes forges, je crus qu'il y avait un incendie. L'air était calme; et comme le vent ne dissipait pas la fumée, elle enveloppait les bâtimens et les dérobait à ma vue : elle durait déjà depuis vingt-six heures. J'allai à mes fourneaux, je trouvai que le feu, qui n'était allumé qu'à la partie du bas, n'avait pas augmenté, qu'il se soutenait au même degré; mais la fumée, qui avait donné de l'humidité dans les six premières heures, était devenue plus sèche, et paraissait néanmoins tout aussi noire. Le tuyau d'aspiration ne pompait pas davantage; il était seulement un peu plus chaud, et la fumée ne formait plus de gouttes sur la surface extérieure. La cavité des fourneaux, qui avait quatorze pieds de hauteur, se trouva vide, au bout de vingt-six heures, d'environ trois pieds; je les fis remplir, l'un avec cinquante et l'autre avec soixante-quinze livres de charbon, et je fis remettre tout de suite le tuyau d'aspiration qu'on avait été obligé d'enlever pour charger. Cette augmentation d'aliment n'augmenta pas le feu ni même la fumée; elle ne changea rien à l'état précédent. J'observai le tout pendant huit heures de suite, m'attendant à tout instant à voir paraître la flamme, et ne concevant pas pourquoi cette fumée d'un charbon si sec, et si sèche elle-même, qu'elle ne déposait pas la moindre humidité, ne s'enflammait pas d'elle-même après trente-quatre heures de feu toujours subsistant au bas des fourneaux; je les abandonnai donc une seconde fois dans cet état, et donnai ordre de n'y pas toucher. Le jour suivant, douze heures après les trente-quatre, je trouvai le même brouillard épais, la même fumée noire couvrant mes bâtimens; et ayant visité mes fourneaux, je vis que le feu d'en bas était toujours le même, la fumée la même et sans aucune humidité, et que la cavité des fourneaux était vide de trois pieds deux pouces dans le plus petit, et de deux pieds neufs pouces seulement dans le plus grand, auquel était adapté le tuyau d'aspiration : je le remplis avec soixante-six livres de charbon, et l'autre avec cinquante-quatre, et je résolus d'attendre aussi long-temps qu'il serait nécessaire pour savoir si cette fumée ne viendrait pas enfin à s'enflammer. Je passai neuf heures à l'examiner de temps à autre; elle était très-sèche, très-suffocante, très-sensiblement chaude, mais toujours noire et sans flamme au bout de cinquante-cinq heures. Dans cet état, je la laissai pour la troisième fois. Le jour suivant, treize heures après les cinquante-cinq, je la retrouvai encore de même, le charbon de mes fourneaux baissé de même; et, comme je réfléchissais sur cette consommation de charbon sans flamme; qui était environ moitié de la consommation qui s'en fait dans le même temps et dans les mêmes fourneaux lorsqu'il y a de la flamme, je commençai à croire que je pourrais bien user beaucoup de charbon sans avoir de flamme, puisque depuis trois jours on avait chargé trois fois les fourneaux (car j'oubliais de dire que ce jour même on venait de remplir la cavité vide du grand fourneau avec les quatre-vingts livres de charbon, et celle du petit avec soixante livres); je les laissai néanmoins fumer encore plus de cinq heures. Après avoir perdu l'espérance de voir cette fumée s'enflammer d'elle-même, je la vis tout d'un coup prendre feu, et faire une espèce d'explosion dans l'instant même qu'on lui présenta la flamme légère d'une poignée de paille; le tourbillon entier de la fumée s'enflamma jusqu'à huit à dix pieds de distance et autant de hauteur; la flamme pénétra la masse du charbon, et descendit dans le même moment jusqu'au bas du fourneau, et continua à brûler de la manière ordinaire; le charbon se consumait une fois plus vite, quoique le feu d'en bas ne parût guère plus animé : mais je suis convaincu que mes fourneaux auraient éternellement fumé, si l'on n'eût pas allumé la fumée; et rien ne me prouva mieux que la flamme n'est que de la fumée qui brûle, et que la communication du feu ne peut se faire que par la flamme.

posent, sous une forme fixe, dans les substances qu'ils pénètrent.

Les végétaux et la plupart des insectes n'ont, au lieu de poumons, que des tuyaux aspiratoires, des espèces de trachées par lesquelles ils ne laissent pas de pomper tout l'air qui leur est nécessaire; on le voit passer en bulles très-sensibles dans la sève de la vigne : il est non-seulement pompé par les racines, mais souvent même par les feuilles; il fait partie, et partie très-essentielle, de la nourriture du végétal, qui dès lors se l'assimile, le fixe et le conserve. Le petit degré de la chaleur végétale, joint à celui de la chaleur du soleil, suffit pour détruire le ressort de l'air contenu dans la sève, surtout lorsque cet air, qui n'a pu être admis dans le corps de la plante et arriver à la sève qu'après avoir passé par des tuyaux très-serrés, se trouve divisé en particules presque infiniment petites, que le moindre degré de chaleur suffit pour rendre fixes. L'expérience confirme pleinement tout ce que je viens d'avancer : les matières animales et végétales contiennent toutes une très-grande quantité de cet air fixe, et c'est en quoi consiste l'un des principes de leur inflammabilité. Toutes les matières combustibles contiennent beaucoup d'air; tous les animaux et les végétaux, toutes leurs parties, tous leurs détriments, toutes les matières qui en proviennent, toutes les substances où ces détriments se trouvent mélangés, contiennent plus ou moins d'air fixe, et la plupart renferment aussi une certaine quantité d'air élastique. On ne peut douter de ces faits, dont la certitude est acquise par les belles expériences du docteur Hales, et dont les chimistes ne me paraissent pas avoir senti toute la valeur : car ils auraient reconnu depuis longtemps que l'air fixe doit jouer en grande partie le rôle de leur phlogistique; ils n'auraient pas adopté ce terme nouveau, qui ne répond à aucune idée précise, et ils n'en auraient pas fait la base de toutes leurs explications des phénomènes chimiques; ils ne l'auraient pas donné pour être identique et toujours le même, puisqu'il est composé d'air et de feu, tantôt dans un état fixe, et tantôt dans celui de la plus grande volatilité. Et ceux d'entre eux qui ont regardé le phlogistique comme le produit du feu élémentaire ou de la lumière, se sont moins éloignés de la vérité, parce que le feu ou la lumière produisent, par le secours de l'air, tous les effets du phlogistique.

Les minéraux, qui, comme les soufres et les pyrites, contiennent dans leur substance une quantité plus ou moins grande des détriments ultérieurs des animaux et des végétaux, renferment dès lors des parties combustibles qui, comme toutes les autres, contiennent plus ou moins d'air fixe, mais toujours beaucoup moins que les substances purement animales ou végétales. On peut également leur enlever cet air fixe par la combustion : on peut aussi le dégager par le moyen de l'effervescence; et, dans les matières animales et végétales, on le dégage par la simple fermentation, qui, comme la combustion, a toujours besoin d'air pour s'opérer. Ceci s'accorde si parfaitement avec l'expérience, que je ne crois pas devoir insister sur la preuve des faits : je me contenterai d'observer que les soufres et les pyrites ne sont pas les seuls minéraux qu'on doive regarder comme combustibles, qu'il y en a beaucoup d'autres dont je ne ferai point ici l'énumération, parce qu'il suffit de dire que leur degré de combustibilité dépend ordinairement de la quantité de soufre qu'ils contiennent. Tous les minéraux combustibles tirent donc originairement cette propriété, ou du mélange des parties animales et végétales qui sont incorporées avec eux, ou des particules de lumière, de chaleur et d'air, qui, par le laps de temps, se sont fixées dans leur intérieur. Rien, selon moi, n'est combustible que ce qui a été formé par une chaleur douce, c'est-à-dire par ces mêmes éléments combinés dans toutes les substances que le soleil éclaire et vivifie[1], ou dans celles que la chaleur intérieure de la terre fomente et réunit.

[1] Voici une observation qui semble démontrer que la lumière a plus d'affinité avec les substances combustibles qu'avec toutes les autres matières. On sait que la puissance réfractive des corps transparents est proportionnelle à leur densité : le verre, plus dense que l'eau, a proportionnellement une plus grande force réfringente; et en augmentant la densité du verre et de l'eau, l'on augmente à mesure leur force de réfraction. Cette proportion s'observe dans toutes les matières transparentes, et qui sont en même temps incombustibles. Mais les matières inflammables, telles que l'esprit de vin, les huiles transparentes, l'ambre, etc., ont une puissance réfringente plus grande que les autres; en sorte que l'attraction que ces matières exercent sur la lumière, et qui provient de leur masse ou densité, est considérablement augmentée par l'affinité particulière qu'elles ont avec la lumière. Si cela n'était pas, leur force réfringente serait, comme celle de toutes les autres matières, proportionnelle à leur densité; mais les matières inflammables attirent plus puissamment la lumière, et ce n'est que par cette raison qu'elles ont plus de puissance réfractive que les autres. Le diamant même ne fait pas une exception à cette loi; on doit le mettre au nombre des matières combustibles, on le brûle au miroir ardent. Il a avec la lumière autant d'affinité que les matières inflammables; car sa puissance réfrin-

C'est cette chaleur intérieure du globe de la terre que l'on doit regarder comme le vrai feu élémentaire ; et il faut le distinguer de celui du soleil qui ne nous parvient qu'avec la lumière ; tandis que l'autre, quoique bien plus considérable, n'est ordinairement que sous la forme d'une chaleur obscure, et que ce n'est que dans quelques circonstances, comme celle de l'électricité, qu'il prend de la lumière. Nous avons déjà dit que cette chaleur observée pendant grand nombre d'années de suite est trois ou quatre cents fois plus grande en hiver, et vingt-neuf fois plus grande en été dans notre climat que la chaleur qui nous vient du soleil. C'est une vérité qui peut paraître singulière, mais qui n'en est pas moins évidemment démontrée [1]. Comme nous en avons parlé disertement, nous nous contenterons de remarquer ici que cette chaleur constante et toujours subsistante entre comme élément dans toutes les combinaisons des autres éléments, et qu'elle est plus que suffisante pour produire sur l'air les mêmes effets que le feu actuel ou la chaleur animale; que par conséquent cette chaleur intérieure de la terre détruira l'élasticité de l'air et le fixera toutes les fois qu'étant divisé en parties très-petites, il se trouvera saisi par cette chaleur dans le sein de la terre ; que, sous cette nouvelle forme, il entrera comme partie fixe dans un grand nombre de substances, lesquelles contiendront dès lors des particules d'air fixe et de chaleur fixe, qui sont les premiers principes de la combustibilité : mais ils se trouveront en plus ou moins grande quantité dans les différentes substances, selon le degré d'affinité qu'ils auront avec elles ; et ce degré dépendra beaucoup de la quantité que ces substances contiendront de parties animales et végétales, qui paraissent être la base de toute matière combustible. Si elles y sont abondamment répandues ou faiblement incorporées, on pourra toujours les dégager de ces substances par le moyen de la combustion. La plupart des minéraux métalliques, et même des métaux, contiennent une assez grande quantité de parties combustibles; le zinc, l'antimoine, le fer, le cuivre, etc., brûlent et produisent une flamme évidente et très-vive, tant que dure la combustion de ces parties inflammables qu'ils contiennent : après quoi, si on continue le feu, la combustion finie, commence la calcination pendant laquelle il rentre dans ces matières de nouvelles parties d'air et de chaleur qui s'y fixent, et qu'on ne peut en dégager qu'en leur présentant quelque matière combustible avec laquelle ces parties d'air et de chaleur fixes ont plus d'affinité qu'avec celles du minéral, auxquelles en effet elles ne sont unies que par force, c'est-à-dire par l'effort de la calcination. Il me semble que la conversion des substances métalliques en chaux, et leur réduction, pourront maintenant être très-clairement entendues, sans qu'il soit besoin de recourir à des principes secondaires, ou à des hypothèses arbitraires, pour leur explication. La réduction, comme je l'ai déjà insinué, n'est, dans le réel, qu'une seconde combustion, par laquelle on dégage les parties d'air et de chaleur fixes que la calcination avait forcées d'entrer dans le métal et de s'unir à sa substance fixe à laquelle on rend en même temps les parties volatiles et combustibles que la première action du feu lui avait enlevées.

Après avoir présenté le grand rôle que l'air fixe joue dans les opérations les plus secrètes de la nature, considérons-le pendant quelques instants, lorsque, sous la forme élastique, il réside dans les corps : ses effets sont alors aussi variables que les degrés de son élasticité; son action, quoique toujours la même, semble donner des produits différents dans les substances différentes. Pour en ramener la considération à un point de vue général, nous le comparerons avec l'eau et la terre, comme nous l'avons déjà comparé avec le feu; les résultats de cette comparaison entre les quatre éléments s'appliqueront ensuite aisément à toutes les substances, de quelque nature qu'elles puissent être, puisque toutes ne sont composées que de ces quatre principes réels.

Le plus grand froid connu ne peut détruire le ressort de l'air, et la moindre chaleur suffit pour cet effet, surtout lorsque ce fluide est divisé en parties très-petites. Mais il faut observer qu'entre son état de fixité et celui de sa pleine élasticité, il y a toutes les nuances des états moyens, et que c'est presque toujours dans quelques-uns de ces états moyens qu'il réside dans la terre et dans l'eau, ainsi que dans toutes les substances qui en sont composées.

gente est plus grande qu'elle ne devrait l'être à proportion de sa densité. Il a en même temps la propriété de s'imbiber de la lumière et de la conserver assez longtemps ; les phénomènes de sa réfraction doivent tenir en partie à ces propriétés.

[1] Voyez le Mémoire de M. de Mairan, dans ceux de l'Académie royale des Sciences, année 1765, page 143.

Par exemple, on ne pourra pas douter que l'eau, qui nous paraît une substance si simple, ne contienne une certaine quantité d'air qui n'est ni fixe ni élastique, mais entre la fixité et l'élasticité, si l'on fait attention aux différents phénomènes qu'elle nous présente dans sa congélation, dans son ébullition, dans sa résistance à toute compression, etc. : car la physique expérimentale nous démontre que l'eau est incompressible; au lieu de s'affaisser et de rentrer en elle-même lorsqu'on la force par la presse, elle passe à travers les vaisseaux les plus solides et les plus épais. Or, si l'air qu'elle contient en assez grande quantité y était dans son état de pleine élasticité, l'eau serait compressible en raison de cette quantité d'air élastique qu'elle contiendrait, et qui se comprimerait. Donc l'air contenu dans l'eau n'y est pas simplement mêlé et n'y conserve pas sa forme élastique, mais y est plus intimement uni dans un état où son ressort ne s'exerce plus d'une manière sensible : et néanmoins ce ressort n'y est pas entièrement détruit : car, si l'on expose l'eau à la congélation, on voit cet air sortir de son intérieur et se réunir à sa surface en bulles élastiques. Ceci seul suffirait pour prouver que l'air n'est pas contenu dans l'eau sous sa forme ordinaire, puisqu'étant spécifiquement huit cent cinquante fois plus léger, il serait forcé d'en sortir par la seule nécessité de la prépondérance de l'eau. Il est donc évident que l'air contenu dans l'eau n'y est pas dans son état ordinaire, c'est-à-dire de pleine élasticité; et en même temps il est démontré que cet état dans lequel il réside dans l'eau n'est pas celui de sa plus grande fixité, où son ressort, absolument détruit, ne peut se rétablir que par la combustion, puisque la chaleur ou le froid peuvent également le rétablir. Il suffit de faire chauffer ou geler de l'eau, pour que l'air qu'elle contient reprenne son élasticité et s'élève en bulles sensibles à sa surface : il s'en dégage de même lorsque l'eau cesse d'être pressée par le poids de l'atmosphère, sous le récipient de la machine pneumatique. Il n'est donc pas contenu dans l'eau sous une forme fixe, mais seulement dans un état moyen où il peut aisément reprendre son ressort : il n'est pas simplement mêlé dans l'eau, puisqu'il ne peut y résider sous sa forme élastique; mais aussi il ne lui est pas intimement uni sous sa forme fixe, puisqu'il s'en sépare plus aisément que toute autre matière.

On pourra m'objecter avec raison que le froid et le chaud n'ont jamais opéré de la même façon ; que si l'une de ces causes rend à l'air son élasticité, l'autre doit la détruire ; et j'avoue que, pour l'ordinaire, le froid et le chaud produisent des effets différents : mais dans la substance particulière que nous considérons, ces deux causes, quoique opposées, donnent le même effet ; on pourra le concevoir aisément en faisant attention à la chose même et au rapport de ces circonstances. L'on sait que l'eau, soit gelée, soit bouillie, reprend l'air qu'elle avait perdu dès qu'elle se liquéfie ou qu'elle se refroidit. Le degré d'affinité de l'air avec l'eau dépend donc en grande partie de celui de sa température ; ce degré, dans son état de liquidité, est à peu près le même que celui de la chaleur générale à la surface de la terre : l'air, avec lequel elle a beaucoup d'affinité, la pénètre aussitôt qu'il est divisé en parties très-ténues, et le degré de la chaleur élémentaire et générale suffit pour affaiblir le ressort de ces petites parties au point de le rendre sans effet, tant que l'eau conserve cette température; mais, si le froid vient à la pénétrer, ou, pour parler plus précisément, si ce degré de chaleur nécessaire à cet état de l'air vient à diminuer, alors son ressort, qui n'est pas entièrement détruit, se rétablira par le froid, et l'on verra les bulles élastiques s'élever à la surface de l'eau prête à se congeler. Si au contraire l'on augmente le degré de la température de l'eau par une chaleur extérieure, on en divise trop les parties intégrantes, on les rend volatiles, et l'air, qui ne leur était que faiblement uni, s'élève et s'échappe avec elles : car il faut se rappeler que, quoique l'eau prise en masse soit incompressible et sans aucun ressort, elle est très-élastique dès qu'elle est divisée ou réduite en petites parties ; et en ceci elle paraît être d'une nature contraire à celle de l'air, qui n'est compressible qu'en masse, et qui perd son ressort dès qu'il est trop divisé. Néanmoins l'air et l'eau ont beaucoup plus de rapports entre eux que de propriétés opposées; et comme je suis très-persuadé que toute la matière est convertible, et que les quatre éléments peuvent se transformer, je serais porté à croire que l'eau peut se changer en air lorsqu'elle est assez raréfiée pour s'élever en vapeurs ; car le ressort de la vapeur de l'eau est aussi et même plus puissant que le ressort de l'air : on voit le prodigieux effet de cette puis-

sance dans les pompes à feu ; on voit la terrible explosion qu'elle produit lorsqu'on laisse tomber du métal fondu sur quelques gouttes d'eau ; et si l'on ne veut pas convenir avec moi que l'eau puisse, dans cet état de vapeur, se transformer en air, on ne pourra du moins nier qu'elle n'en ait alors les principales propriétés.

L'expérience m'a même appris que la vapeur de l'eau peut entretenir et augmenter le feu comme le fait l'air ordinaire ; et cet air, que nous pourrions regarder comme pur, est toujours mêlé avec une très-grande quantité d'eau : mais il faut remarquer comme chose importante que la proportion du mélange n'est pas à beaucoup près la même dans ces deux éléments. L'on peut dire en général qu'il y a beaucoup moins d'air dans l'eau que d'eau dans l'air ; seulement il faut considérer qu'il y a deux unités très-différentes auxquelles on pourrait rapporter les termes de cette proportion : ces deux unités sont le volume et la masse. Si on estime la quantité d'air contenue dans l'eau par le volume, elle paraîtra nulle, puisque le volume de l'eau n'en est point du tout augmenté : et de même l'air plus ou moins humide ne nous paraît pas changer de volume ; cela n'arrive que quand il est plus ou moins chaud. Ainsi ce n'est point au volume qu'il faut rapporter cette proportion ; c'est à la masse seule, c'est-à-dire à la quantité réelle de matière dans l'un et l'autre de ces deux éléments qu'on doit comparer celle de leur mélange ; et l'on verra que l'air est beaucoup plus *aqueux* que l'eau n'est *aérienne*, peut-être dans la proportion de la masse, c'est-à-dire huit cent cinquante fois davantage. Quoi qu'il en soit de cette estimation, qui est peut-être ou trop forte ou trop faible, nous pouvons en tirer l'induction que l'eau doit se changer plus aisément en air, que l'air ne peut se transformer en eau. Les parties de l'air, quoique susceptibles d'être extrêmement divisées, paraissent être plus grosses que celles de l'eau, puisque celle-ci passe à travers plusieurs filtres que l'air ne peut pénétrer ; puisque, quand elle est raréfiée par la chaleur, son volume, quoique fort augmenté, n'est qu'égal ou un peu plus grand que celui des parties de l'air à la surface de la terre, car les vapeurs de l'eau ne s'élèvant dans l'air qu'à une certaine hauteur ; enfin, puisque l'air semble s'imbiber d'eau comme une éponge, la contenir en grande quantité, et que le contenant est nécessairement plus grand que le contenu. Au reste, l'air, qui s'imbibe si volontiers de l'eau semble la rendre de même lorsqu'on lui présente des sels ou d'autres substances avec lesquelles l'eau a encore plus d'affinité qu'avec lui. L'effet que les chimistes appellent *défaillance*, et même celui des *efflorescences*, démontrent non-seulement qu'il y a une très-grande quantité d'eau contenue dans l'air, mais encore que cette eau n'y est attachée que par une simple affinité, qui cède aisément à une affinité plus grande, et qui même cesse d'agir, sans être combattue ou balancée par aucune autre affinité, mais par la seule raréfaction de l'air, puisqu'il se dégage de l'eau dès qu'elle cesse d'être pressée par le poids de l'atmosphère sous le récipient de la machine pneumatique.

Dans l'ordre de la conversion des éléments, il me semble que l'eau est pour l'air ce que l'air est pour le feu, et que toutes les transformations de la nature dépendent de celle-ci. L'air, comme aliment du feu, s'assimile avec lui, et se transforme en ce premier élément ; l'eau, raréfiée par la chaleur, se transforme en une espèce d'air capable d'alimenter le feu comme l'air ordinaire. Ainsi le feu a un double fonds de subsistance assurée ; s'il consomme beaucoup d'air, il peut aussi en produire beaucoup par la raréfaction de l'eau, et réparer ainsi dans la masse de l'atmosphère toute la quantité qu'il en détruit, tandis qu'ultérieurement il se convertit lui-même avec l'air en matière fixe dans les substances terrestres qu'il pénètre par sa chaleur ou par sa lumière.

Et, de même que d'une part l'eau se convertit en air ou en vapeurs aussi volatiles que l'air par sa raréfaction, elle se convertit en une substance solide par une espèce de condensation différente des condensations ordinaires. Tout fluide se raréfie par la chaleur, et se condense par le froid ; l'eau suit elle-même cette loi commune, et se condense à mesure qu'elle refroidit : qu'on en remplisse un tube de verre jusqu'aux trois quarts, on la verra descendre à mesure que le froid augmente, et se condenser comme font tous les autres fluides ; mais quelque temps avant l'instant de la congélation, on la verra remonter au-dessus du point des trois quarts de la hauteur du tube, et s'y renfler encore considérablement en se convertissant en glace. Mais, si le tube est bien bouché, et parfaitement en repos, l'eau continuera de baisser, et ne se gèlera pas, quoique le degré de froid soit de six, huit ou

dix degrés au-dessous du terme de la glace, et l'eau ne gèlera que quand on ouvrira le tube, ou qu'on le remuera. Il semble donc que la congélation nous présente d'une manière inverse les mêmes phénomènes que l'inflammation. Quelque intense, quelque grande que soit une chaleur renfermée dans un vaisseau bien clos, elle ne produira l'inflammation que quand elle touchera quelque matière enflammée; et de même, à quelque degré qu'un fluide soit refroidi, il ne gèlera pas sans toucher quelque substance déjà gelée, et c'est ce qui arrive lorsqu'on remue ou débouche le tube. Les particules de l'eau qui sont gelées dans l'air extérieur ou dans l'air contenu dans le tube viennent, lorsqu'on le débouche ou le remue, frapper la surface de l'eau, et lui communiquent leur glace. Dans l'inflammation, l'air, d'abord très-raréfié par la chaleur, perd de son volume et se fixe tout à coup; dans la congélation, l'eau, d'abord condensée par le froid, reprend plus de volume, et se fixe de même: car la glace est une substance solide, plus légère que l'eau, et qui conserverait sa solidité si le froid était toujours le même: je suis porté à croire qu'on viendrait à bout de fixer le mercure à un moindre degré de froid, en le sublimant en vapeurs dans un air très-froid. Je suis de même très-porté à croire que l'eau, qui ne doit sa liquidité qu'à la chaleur, et qui la perd avec elle, deviendrait une substance d'autant plus solide et d'autant moins fusible, qu'elle éprouverait plus fort et plus longtemps la rigueur du froid. On n'a pas fait assez d'expériences sur ce sujet important.

Mais, sans nous arrêter à cette idée, c'est-à-dire sans admettre ni sans exclure la possibilité de la conversion de la glace en matière infusible, ou terre fixe et solide, passons à des vues plus étendues sur les moyens que la nature emploie pour la transformation de l'eau. Le plus puissant de tous et le plus évident est le filtre animal. Le corps des animaux à coquilles, en se nourrissant des particules de l'eau, en travaille en même temps la substance au point de la dénaturer. La coquille est certainement une substance terrestre, une vraie pierre, dont toutes les pierres que les chimistes appellent *calcaires*, et plusieurs autres matières, tirent leur origine. Cette coquille paraît, à la vérité, faire partie constitutive de l'animal qu'elle couvre, puisqu'elle se perpétue par la génération, et qu'on la voit dans les petits coquillages qui viennent de naître, comme dans ceux qui ont pris tout leur accroissement; mais ce n'en est pas moins une substance terrestre, formée par la sécrétion ou l'exsudation du corps de l'animal: on la voit s'agrandir, s'épaissir par anneaux et par couches à mesure qu'il prend de la croissance; et souvent cette matière pierreuse excède cinquante ou soixante fois la masse ou matière réelle du corps de l'animal qui la produit. Qu'on se représente pour un instant le nombre des espèces de ces animaux à coquille, ou, pour tous les comprendre, de ces animaux à transsudation pierreuse; elles sont peut-être en plus grand nombre dans la mer que ne l'est sur la terre le nombre des espèces d'insectes: qu'on se représente ensuite leur prompt accroissement, leur prodigieuse multiplication, le peu de durée de leur vie, dont nous supposerons néanmoins le terme moyen à dix ans[1]; qu'ensuite on considère qu'il faut multiplier par cinquante ou soixante le nombre presque immense de tous les individus de ce genre, pour se faire une idée de toute la matière pierreuse produite en dix ans; qu'enfin on considère que ce bloc, déjà si gros de matière pierreuse, doit être augmenté d'autant de pareils blocs qu'il y a de fois dix dans tous les siècles qui se sont écoulés depuis le commencement du monde, et l'on se familiarisera avec cette idée, ou plutôt cette vérité, d'abord repoussante, que toutes nos collines, tous nos rochers de pierre calcaire, de marbre, de craie, etc., ne viennent originairement que de la dépouille de ces petits animaux. On n'en pourra douter à l'inspection des matières mêmes, qui toutes contiennent encore des coquilles ou des détriments de coquilles très-aisément reconnaissables.

Les pierres calcaires ne sont donc en très-grande partie que de l'eau et de l'air contenus dans l'eau, transformés par le filtre animal; les sels, les bitumes, les huiles, les graisses de la mer, n'entrent que pour peu ou pour rien dans la composition de la coquille: aussi la pierre calcaire ne contient-elle aucune de ces matières. Cette pierre n'est que de l'eau transformée, jointe à quelques petites portions de terre vitrifiable et à une très-grande quantité d'air fixe qui s'en

[1] La plus longue vie des escargots, ou gros limaçons terrestres, s'étend jusqu'à quatorze ans. On peut présumer que les gros coquillages de mer vivent plus longtemps; mais aussi les petits et les très-petits, tels que ceux qui forment le corail, et tous les madrépores, vivent beaucoup moins de temps; et c'est par cette raison que j'ai pris le terme moyen à dix ans.

dégage par la calcination. Cette opération produit les mêmes effets sur les coquilles qu'on prend dans la mer que sur les pierres qu'on tire des carrières; elles forment également de la chaux, dans laquelle on ne remarque d'autre différence que celle d'un peu plus ou d'un peu moins de qualité. La chaux faite avec des écailles d'huîtres, ou d'autres coquilles, est plus faible que la chaux faite avec du marbre ou de la pierre dure; mais le procédé de la nature est le même, les résultats de son opération les mêmes : les coquilles et les pierres perdent également près de moitié de leur poids par l'action du feu dans la calcination; l'eau qui a conservé sa nature en sort la première; après quoi l'air fixe se dégage, et ensuite l'eau fixe, dont ces substances pierreuses sont composées, reprend sa première nature et s'élève en vapeurs poussées et raréfiées par le feu; et il ne reste que les parties les plus fixes de cet air et de cette eau, qui peut-être sont si fort unies entre elles et à la petite quantité de terre fixe de la pierre que le feu ne peut les séparer. La masse se trouve donc réduite de près de moitié, et se réduirait peut-être encore plus si l'on donnait un feu plus violent. Et ce qui me semble prouver évidemment que cette matière chassée hors de la pierre par le feu n'est autre chose que de l'air et de l'eau, c'est la rapidité, l'avidité avec laquelle cette pierre calcinée reprend l'eau qu'on lui donne, et la force avec laquelle elle la tire de l'atmosphère lorsqu'on la lui refuse. La chaux, par son extinction ou dans l'air ou dans l'eau, reprend en grande partie la masse qu'elle avait perdue par la calcination; l'eau, avec l'air qu'elle contient, vient remplacer l'eau et l'air qu'elle contenait précédemment : la pierre reprend dès lors sa première nature; car en mêlant sa chaux avec des détriments d'autres pierres, on fait un mortier qui se durcit, et devient avec le temps une substance solide et pierreuse, comme celles dont on l'a composée.

Après cette exposition, je ne crois pas qu'on puisse douter de la transformation de l'eau en terre ou en pierre par l'intermède des coquilles. Voilà donc, d'une part, toutes les matières calcaires dont on doit rapporter l'origine aux animaux, et, d'autre part, toutes les matières combustibles qui ne proviennent que des substances animales ou végétales : elles occupent ensemble un assez grand espace à la surface de la terre; et l'on peut juger par leur volume immense combien la nature vivante a travaillé pour la nature morte, car ici le brut n'est que le mort.

Mais les matières calcaires et les substances combustibles, quelque grand qu'en soit le nombre, quelque immense que nous en paraisse le volume, ne font qu'une très-petite portion du globe de la terre, dont le fond principal et la majeure et très-majeure quantité consistent en une matière de la nature du verre; matière qu'on doit regarder comme l'élément terrestre, à l'exclusion de toutes les autres substances auxquelles elle sert de base comme terre, lorsqu'elles se forment par le moyen ou par le détriment des animaux, des végétaux, et par la transformation des autres éléments. Non-seulement cette matière première, qui est la vraie terre élémentaire, sert de base à toutes les autres substances, et en constitue les parties fixes, mais elle est en même temps le terme ultérieur auquel on peut les ramener et les détruire toutes. Avant de présenter les moyens que la nature et l'art peuvent employer pour opérer cette espèce de réduction de toute substance en verre, c'est-à-dire en terre élémentaire, il est bon de rechercher si les moyens que nous avons indiqués sont les seuls par lesquels l'eau puisse se transformer en substance solide. Il me semble que le filtre animal la convertissant en pierre, le filtre végétal peut également la transformer, lorsque toutes les circonstances se trouvent être les mêmes. La chaleur propre des animaux à coquille étant un peu plus grande que celle des végétaux, et les organes de la vie plus puissants que ceux de la végétation, le végétal ne pourra produire qu'une petite quantité de pierres qu'on trouve assez souvent dans son fruit : mais il peut convertir et convertit réellement en sa substance une grande quantité d'air et une quantité encore plus grande d'eau. La terre fixe qu'il s'approprie, et qui sert de base à ces deux éléments, est en si petite quantité, qu'on peut assurer, sans craindre de se tromper, qu'elle ne fait pas la centième partie de sa masse; dès lors le végétal n'est presque entièrement composé que d'air et d'eau transformés en bois; substance solide qui se réduit ensuite en terre par la combustion ou la putréfaction. On doit dire la même chose des animaux; ils fixent et transforment non-seulement l'air et l'eau, mais le feu, en plus grande quantité que les végétaux. Il me paraît donc que les fonctions des corps organisés sont l'un

des plus puissants moyens que la nature emploie pour la conversion des éléments. On peut regarder chaque animal ou chaque végétal comme un petit centre particulier de chaleur ou de feu qui s'approprie l'air et l'eau qui l'environnent, se les assimile pour végéter, ou pour se nourrir et vivre des productions de la terre, qui ne sont elles-mêmes que de l'air et de l'eau précédemment fixés ; il s'approprie en même temps une petite quantité de terre, et, recevant les impressions de la lumière et celles de la chaleur du soleil et du globe terrestre, il tourne en sa substance tous ces différents éléments, les travaille, les combine, les réunit, les oppose jusqu'à ce qu'ils aient subi la forme nécessaire à son développement, c'est-à-dire à l'entretien de la vie et de l'accroissement de l'organisation, dont le moule une fois donné modèle toute la matière qu'il admet, et, de brute qu'elle était, la rend organisée.

L'eau, qui s'unit si volontiers avec l'air, et qui entre avec lui en si grande quantité dans les corps organisés, s'unit aussi de préférence avec quelques matières solides, telles que les sels; et c'est souvent par leur moyen qu'elle entre dans la composition des minéraux. Le sel, au premier coup d'œil, ne paraît être qu'une terre dissoluble dans l'eau, et d'une saveur piquante; mais les chimistes, en recherchant sa nature, ont très-bien reconnu qu'elle consiste principalement dans la réunion de ce qu'ils nomment le *principe terreux* et le *principe aqueux*. L'expérience de l'acide nitreux, qui ne laisse après sa combustion qu'un peu de terre et d'eau, leur a même fait penser que ce sel, et peut-être tous les autres sels, n'étaient absolument composés que de ces deux éléments : néanmoins il me paraît qu'on peut démontrer aisément que l'air et le feu entrent dans leur composition, puisque le nitre produit une grande quantité d'air dans la combustion, et que cet air fixe suppose du feu fixe qui s'en dégage en même temps ; que d'ailleurs toutes les explications qu'on donne de la dissolution ne peuvent se soutenir, à moins qu'elles n'admettent deux forces opposées, l'une attractive, et l'autre expansive, et par conséquent la présence des éléments de l'air et du feu, qui sont seuls doués de cette seconde force; qu'enfin ce serait contre toute analogie que le sel ne se trouverait composé que des deux éléments de la terre et de l'eau, tandis que toutes les autres substances sont composées des quatre éléments. Ainsi, l'on ne doit pas prendre à la rigueur ce que les grands chimistes, MM. Stahl et Macquer, ont dit à ce sujet. Les expériences de M. de Halles démontrent que le vitriol et le sel marin contiennent beaucoup d'air fixe ; que le nitre en contient encore beaucoup plus et jusqu'à concurrence du huitième de son poids, et le sel de tartre encore plus. On peut donc assurer que l'air entre comme principe dans la composition de tous les sels, et que, comme il ne peut se fixer dans aucune substance qu'à l'aide de la chaleur ou du feu qui se fixent en même temps, ils doivent être comptés au nombre de leurs parties constitutives. Mais cela n'empêche pas que le sel ne doive aussi être regardé comme la substance moyenne entre la terre et l'eau ; ces deux éléments entrent en proportion différente dans les différents sels ou substances salines dont la variété et le nombre sont si grands, qu'on ne peut en faire l'énumération, mais qui, présentées généralement sous les dénominations d'acides et d'alkalis, nous montrent qu'en général il y a plus de terre et moins d'eau dans ces derniers sels, et au contraire plus d'eau et moins de terre dans les premiers.

Néanmoins l'eau, quoique intimement mêlée dans les sels, n'y est ni fixée ni réunie par une force assez grande pour la transformer en matière solide, comme dans la pierre calcaire : elle réside dans le sel ou dans son acide sous sa forme primitive ; et l'acide le mieux concentré, le plus dépouillé d'eau, qu'on pourrait regarder ici comme de la terre liquide, ne doit cette liquidité qu'à la quantité de l'air et du feu qu'il contient : toute liquidité, et même toute fluidité, suppose la présence d'une certaine quantité de feu ; et quand on attribuerait celle des acides à un reste d'eau qu'on ne peut en séparer, quand même on pourrait les réduire tous sous une forme concrète, il n'en serait pas moins vrai que leurs saveurs, ainsi que les odeurs et les couleurs, ont toutes également pour principe celui de la force expansive, c'est-à-dire la lumière et les émanations de la chaleur et du feu : car il n'y a que ces principes actifs qui puissent agir sur nos sens et les affecter d'une manière différente et diversifiée, selon les vapeurs ou particules des différentes substances qu'ils nous apportent et nous présentent. C'est donc à ces principes qu'on doit rapporter non-seulement la liquidité des acides, mais aussi leur saveur. Une expérience que j'ai eu occasion de faire un grand

nombre de fois m'a pleinement convaincu que l'alkali est produit par le feu ; la chaux faite à la manière ordinaire, et mise sur la langue, même avant d'être éteinte par l'air ou par l'eau, a une saveur qui indique déjà la présence d'une certaine quantité d'alkali. Si l'on continue le feu, cette chaux, qui a subi une plus longue calcination, devient plus piquante sur la langue ; et celle que l'on tire des fourneaux de forges, où la calcination dure cinq ou six mois de suite, l'est encore davantage. Or ce sel n'était pas contenu dans la pierre avant sa calcination; il augmente en force ou en quantité à mesure que le feu est appliqué plus violemment et plus longtemps à la pierre ; il est donc le produit immédiat du feu et de l'air, qui se sont incorporés dans sa substance pendant la calcination, et qui, par ce moyen, sont devenus partie fixe de cette pierre, de laquelle ils ont chassé la plus grande partie des molécules d'eau liquides et solides qu'elle contenait auparavant. Cela seul me paraît suffisant pour prononcer que le feu est le principe de la formation de l'alkali minéral, et l'on doit en conclure, par analogie, que les autres alkalis doivent également leur formation à la chaleur constante de l'animal et du végétal dont on les tire.

A l'égard des acides, la démonstration de leur formation par le feu et l'air fixes, quoique moins immédiate que celle des alkalis, ne m'en paraît pas moins certaine : nous avons prouvé que le nitre et le phosphore tirent leur origine des matières végétales et animales, que le vitriol tire la sienne des pyrites, des soufres et des autres matières combustibles ; on sait d'ailleurs que ces acides, soit vitrioliques, ou nitreux, ou phosphoriques, contiennent toujours une certaine quantité d'alkali : on doit donc rapporter leur formation et leur saveur au même principe, et, réduisant tous les acides à un seul acide, et tous les alkalis à un seul alkali, ramener tous les sels à une origine commune, et ne regarder leurs différentes saveurs et leurs propriétés particulières et diverses que comme le produit varié des différentes quantités de terre, d'eau, et surtout d'air et de feu fixes, qui sont entrées dans leur composition. Ceux qui contiendront le plus de ces principes actifs d'air et de feu seront ceux qui auront le plus de puissance et le plus de saveur. J'entends par puissance la force dont les sels nous paraissent animés pour dissoudre les autres substances : on sait que la dissolution suppose la fluidité; qu'elle ne s'opère jamais entre deux matières sèches ou solides, et que par conséquent elle suppose aussi dans le dissolvant le principe de la fluidité, c'est-à-dire le feu : la puissance du dissolvant sera donc d'autant plus grande, que, d'une part, il contiendra ce principe actif en plus grande quantité, et que, d'autre part, ses parties aqueuses et terreuses auront plus d'affinité avec les parties de même espèce contenues dans les substances à dissoudre; et, comme les degrés d'affinité dépendent absolument de la figure des parties intégrantes des corps, ils doivent, comme ces figures, varier à l'infini : on ne doit donc pas être surpris de l'action plus ou moins grande ou nulle de certains sels sur certaines substances, ni des effets contraires d'autres sels sur d'autres substances. Leur principe actif est le même, leur puissance pour dissoudre la même : mais elle demeure sans exercice, lorsque la substance qu'on lui présente repousse celle du dissolvant, ou n'a aucun degré d'affinité avec lui ; tandis qu'au contraire elle le saisit avidement toutes les fois qu'il se trouve assez de force d'affinité pour vaincre celle de la cohérence, c'est-à-dire toutes les fois que les principes actifs contenus dans le dissolvant, sous la forme de l'air et du feu, se trouvent plus puissamment attirés par la substance à dissoudre qu'ils ne le sont par la terre et l'eau qu'il contient ; car dès lors ces principes actifs s'en séparent, se développent et pénètrent la substance qu'ils divisent et décomposent au point de la rendre susceptible, par cette division, d'obéir en liberté à toutes les forces attractives de la terre et de l'eau contenues dans le dissolvant, et de s'unir avec elles, assez intimement pour ne pouvoir en être séparées que par d'autres substances qui auraient avec ce même dissolvant un degré encore plus grand d'affinité. Newton est le premier qui ait donné les affinités pour causes des précipitations chimiques; Stahl, adoptant cette idée, l'a transmise à tous les chimistes, et il me paraît qu'elle est aujourd'hui universellement reçue comme une vérité dont on ne peut douter. Mais ni Newton ni Stahl ne se sont élevés au point de voir que toutes ces affinités, en apparence si différentes entre elles, ne sont au fond que les effets particuliers de la force générale de l'attraction universelle; et, faute de cette vue, leur théorie ne pouvait être ni lumineuse ni complète, parce qu'ils étaient forcés

de supposer autant de petites lois d'affinités différentes qu'il y avait de phénomènes différents; au lieu qu'il n'y a réellement qu'une seule loi d'affinité, loi qui est exactement la même que celle de l'attraction universelle, et que par conséquent l'explication de tous les phénomènes doit être déduite de cette seule et même cause.

Les sels concourent donc à plusieurs opérations de la nature par la puissance qu'ils ont de dissoudre les autres substances; car, quoiqu'on dise vulgairement que l'eau dissout le sel, il est aisé de sentir que c'est une erreur d'expression fondée sur ce qu'on appelle communément le liquide le *dissolvant;* et le solide, le *corps à dissoudre*. Mais dans le réel, lorsqu'il y a dissolution, les deux corps sont actifs et peuvent être également appelés *dissolvants;* seulement regardant le sel comme le dissolvant, le corps dissous peut être indifféremment ou liquide ou solide; et pourvu que les parties du sel soient assez divisées pour toucher immédiatement celles des autres substances, elles agiront et produiront tous les effets de la dissolution. On voit par là combien l'action propre des sels et l'action de l'élément de l'eau qui les contient doivent influer sur la composition des matières minérales. La nature peut produire par ce moyen tout ce que nos arts produisent par le moyen du feu : il ne faut que du temps pour que les sels et l'eau opèrent sur les substances les plus compactes et les plus dures la division la plus complète et l'atténuation la plus grande de leurs parties; ce qui les rend alors susceptibles de toutes les combinaisons possibles et capables de s'unir avec toutes les substances analogues, et de se séparer de toutes les autres. Mais ce temps, qui n'est rien pour la nature, et qui ne lui manque pas, est de toutes les choses nécessaires celle qui nous manque le plus; c'est faute de temps que nous ne pouvons imiter ses procédés ni suivre sa marche : le plus grand de nos arts serait donc l'art d'abréger le temps, c'est-à-dire de faire en un jour ce qu'elle fait en un siècle. Quelque vaine que paraisse cette prétention, il ne faut pas y renoncer : nous n'avons à la vérité ni les grandes forces ni le temps encore plus grand de la nature; mais nous avons au-dessus d'elle la liberté de les employer comme il nous plait; notre volonté est une force qui commande à toutes les autres forces, lorsque nous la dirigeons avec intelligence. Ne sommes-nous pas venus à bout de créer à notre usage l'élément du feu qu'elle nous avait caché? ne l'avons-nous pas tiré des rayons qu'elle ne nous envoyait que pour nous éclairer? n'avons-nous pas, par ce même élément, trouvé le moyen d'abréger le temps en divisant les corps par une fusion aussi prompte que leur division serait lente par tout autre moyen, etc.

Mais cela ne doit pas nous faire perdre de vue que la nature ne puisse faire et ne fasse réellement, par le moyen de l'eau, tout ce que nous faisons par celui du feu. Pour le voir clairement, il faut considérer que la décomposition de toute substance ne pouvant se faire que par la division, plus cette division sera grande, et plus la décomposition sera complète. Le feu semble diviser, autant qu'il est possible, les matières qu'il met en fusion; cependant, on peut douter si celles que l'eau et les acides tiennent en dissolution ne sont pas encore plus divisées; et les vapeurs que la chaleur élève ne contiennent-elles pas des matières encore plus atténuées? Il se fait donc dans l'intérieur de la terre, au moyen de la chaleur qu'elle renferme et de l'eau qui s'y insinue, une infinité de sublimations, de distillations, de cristallisations, d'agrégations, de disjonctions de toute espèce. Toutes les substances peuvent être, avec le temps, composées et décomposées par ces moyens : l'eau peut les diviser et en atténuer les parties autant et plus que le feu lorsqu'il les fond; et ces parties atténuées, divisées à ce point, se joindront, se réuniront de la même manière que celles du métal fondu se réunissent en se refroidissant. Pour nous faire mieux entendre, arrêtons-nous un instant sur la cristallisation : cet effet, dont les sels nous ont donné l'idée, ne s'opère jamais que quand une substance, étant dégagée de toute autre substance, se trouve très-divisée et soutenue par un fluide qui, n'ayant avec elle que peu ou point d'affinité, lui permet de se réunir et de former, en vertu de sa force d'attraction, des masses d'une figure à peu près semblables à la figure de ses parties primitives. Cette opération, qui suppose toutes les circonstances que je viens d'énoncer, peut se faire par l'intermède du feu aussi bien que par celui de l'eau, et se fait très-souvent par le concours des deux, parce que tout cela ne suppose ou n'exige qu'une division assez grande de la matière pour que ces parties primitives puissent, pour ainsi dire, se trier et former, en se réunis-

sant, des corps figurés comme elles ; or le feu peut tout aussi bien, et mieux qu'aucun autre dissolvant, amener plusieurs substances à cet état, et l'observation nous le démontre dans les régules, dans les aimantes, les basaltes et autres productions du feu, dont les figures sont régulières, et qui toutes doivent être regardées comme de vraies cristallisations.

Et ce degré de grande division, nécessaire à la cristallisation, n'est pas encore celui de la plus grande division possible ni réelle, puisque dans cet état les petites parties de la matière sont encore assez grosses pour constituer une masse qui, comme toutes les autres masses, n'obéit qu'à la seule force attractive, et dont les volumes, ne se touchant que par des points, ne peuvent acquérir la force répulsive qu'une beaucoup plus grande division ne manquerait pas d'opérer par un contact plus immédiat ; et c'est aussi ce que l'on voit arriver dans les effervescences, où tout d'un coup la chaleur et la lumière sont produites par le mélange de deux liqueurs froides. Ce degré de division de la matière est ici fort au-dessus du degré nécessaire à la cristallisation, et l'opération s'en fait aussi rapidement que l'autre s'exécute avec lenteur.

La lumière, la chaleur, le feu, l'air, l'eau, les sels, sont les degrés par lesquels nous venons de descendre du haut de l'échelle de la nature à sa base, qui est la terre fixe; et ce sont en même temps les seuls principes que l'on doive admettre et combiner pour l'explication de tous les phénomènes. Ces principes sont réels, indépendants de toute hypothèse et de toute méthode; leur conversion, leur transformation est tout aussi réelle, puisqu'elle est démontrée par l'expérience. Il en est de même de l'élément de la terre : il peut se convertir en se volatilisant, et prendre la forme des autres éléments, comme ceux-ci prennent la sienne en se fixant. Mais de la même manière que les parties primitives du feu, de l'air, ou de l'eau, ne formeront jamais seules des corps ou des masses qu'on puisse regarder comme du feu, de l'air ou de l'eau purs; de même, il me paraît très-inutile de chercher dans les matières terrestres une substance de terre pure : la fixité, l'homogénéité, l'éclat transparent du diamant, a ébloui les yeux de nos chimistes lorsqu'ils ont donné cette pierre pour la terre élémentaire et pure ; on pourrait dire avec autant et aussi peu de fondement que c'est au contraire de l'eau pure, dont toutes les parties se sont fixées pour composer une substance solide, diaphane comme elles. Ces idées n'auraient pas été mises en avant, si l'on eût pensé que l'élément terreux n'a pas plus le privilége de la simplicité absolue que les autres éléments ; que même, comme il est le plus fixe de tous, et par conséquent le plus constamment passif, il reçoit comme base toutes les impressions des autres : il les attire, les admet dans son sein, s'unit, s'incorpore avec eux, les suit et se laisse entraîner par leur mouvement ; et par conséquent il n'est ni plus simple ni moins convertible que les autres. Ce ne sont jamais que les grandes masses qu'il faut considérer lorsqu'on veut définir la nature. Les quatre éléments ont été bien saisis par les philosophes, même les plus anciens ; le soleil, l'atmosphère la mer et la terre sont les grandes masses sur lesquelles ils les ont établis : s'il existait un astre de phlogistique, une atmosphère d'alkali, un océan d'acide et des montagnes de diamant, on pourrait alors les regarder comme les principes généraux et réels de tous les corps ; mais ce ne sont au contraire que des substances particulières, produites, comme toutes les autres, par la combinaison des véritables éléments.

Dans la grande masse de matière solide qui nous représente l'élément de la terre, la couche superficielle est la terre la moins pure : toutes les matières déposées par la mer en forme de sédiments, toutes les pierres produites par les animaux à coquilles, toutes les substances composées par la combinaison des détriments du règne animal et végétal, toutes celles qui ont été altérées par le feu des volcans, ou sublimées par la chaleur intérieure du globe, sont des substances mixtes et transformées ; et, quoiqu'elles composent de très-grandes masses, elles ne nous représentent pas assez purement l'élément de la terre : ce sont les matières vitrifiables, dont la masse est mille et cent mille fois plus considérable que celle de toutes ces autres substances, qui doivent être regardées comme le vrai fonds de cet élément ; ce sont en même temps celles qui sont composées de la terre la plus fixe, celles qui sont les plus anciennes, et cependant les moins altérées ; c'est de ce fonds commun que toutes les autres substances ont tiré la base de leur solidité ; car toute matière fixe, décomposée autant qu'elle peut l'être, se

réduit ultérieurement en verre par la seule action du feu ; elle reprend sa première nature lorsqu'on la dégage des matières fluides ou volatiles qui s'y étaient unies ; et ce verre ou matière vitrée qui compose la masse de notre globe représente d'autant mieux l'élément de la terre, qu'il n'a ni couleur, ni odeur, ni saveur, ni liquidité, ni fluidité ; qualités qui toutes proviennent des autres éléments ou leur appartiennent.

Si le verre n'est pas précisément l'élément de la terre, il en est au moins la substance la plus ancienne ; les métaux sont plus récents et moins nobles ; la plupart des autres minéraux se forment sous nos yeux : la nature ne produit plus de verre que dans les foyers particuliers de ses volcans, tandis que tous les jours elle forme d'autres substances par la combinaison du verre avec les autres éléments. Si nous voulons nous former une idée juste de ses procédés dans la formation des minéraux, il faut d'abord remonter à l'origine de la formation du globe, qui nous démontre qu'il a été fondu, liquéfié par le feu ; considérer ensuite que de ce degré immense de chaleur il a passé successivement au degré de sa chaleur actuelle ; que, dans les premiers moments où sa surface a commencé de prendre de la consistance, il a dû s'y former des inégalités, telles que nous en voyons sur la surface des matières fondues et refroidies ; que les plus hautes montagnes, toutes composées de matières vitrifiables, existent et datent de ce moment, qui est aussi celui de la séparation des grandes masses de l'air, de l'eau et de la terre ; qu'ensuite, pendant le long espace de temps que suppose le refroidissement, ou, si l'on veut, la diminution de la chaleur du globe au point de la température actuelle, il s'est fait dans ces mêmes montagnes, qui étaient les parties les plus exposées à l'action des causes extérieures, une infinité de fusions, de sublimations, d'agrégations et de transformations de toute espèce par le feu de la terre, combiné avec la chaleur du soleil, et toutes les autres causes que cette grande chaleur rendait plus actives qu'elles ne le sont aujourd'hui ; que par conséquent on doit rapporter à cette date la formation des métaux et des minéraux que nous trouvons en grandes masses et en filons épais et continus. Le feu violent de la terre embrasée, après avoir élevé et réduit en vapeurs tout ce qui était volatil, après avoir chassé de son intérieur les matières qui composent l'atmosphère et les mers, a dû sublimer en même temps toutes les parties les moins fixes de la terre, les élever et les déposer dans tous les espaces vides, dans toutes les fentes qui se formaient à la surface à mesure qu'elle se refroidissait. Voilà l'origine et la gradation du gisement et de la formation des matières vitrifiables, qui toutes forment le noyau des plus grandes montagnes et renferment dans leurs fentes toutes les mines des métaux et des autres matières que le feu a pu diviser, fondre et sublimer. Après ce premier établissement encore subsistant des matières vitrifiables et des minéraux en grande masse, qu'on ne peut attribuer qu'à l'action du feu, l'eau qui, jusqu'alors ne formait avec l'air qu'un vaste volume de vapeurs, commença de prendre son état actuel dès que la superficie du globe fut assez refroidie pour ne la plus repousser et dissiper en vapeurs : elle se rassembla donc et couvrit la plus grande partie de la surface terrestre, sur laquelle se trouvant agitée par un mouvement continuel de flux et de reflux, par l'action des vents, par celle de la chaleur, elle commença d'agir sur les ouvrages du feu ; elle altéra peu à peu la superficie des matières vitrifiables ; elle en transporta les débris, les déposa en forme de sédiments ; elle put nourrir les animaux à coquilles ; elle ramassa leurs dépouilles, produisit les pierres calcaires, en forma des collines et des montagnes, qui, se desséchant ensuite, reçurent dans leurs fentes toutes les matières minérales qu'elle pouvait dissoudre ou charrier.

Pour établir une théorie générale sur la formation des minéraux, il faut donc commencer par distinguer avec la plus grande attention : 1° ceux qui ont été produits par le feu primitif de la terre, lorsqu'elle était encore brûlante de chaleur ; 2° ceux qui ont été formés du détriment des premiers par le moyen de l'eau ; et troisièmement ceux qui, dans les volcans ou dans d'autres incendies postérieurs au feu primitif, ont une seconde fois subi l'épreuve d'une violente chaleur. Ces trois objets sont très-distincts, et comprennent tout le règne minéral : en ne les perdant pas de vue, et y rapportant chaque substance minérale, on ne pourra guère se tromper sur son origine et même sur les degrés de sa formation. Toutes les mines que l'on trouve en masse ou gros filons dans nos hautes montagnes doivent se rapporter à la sublimation du feu primitif ; toutes celles au contraire que l'on

trouve en petites ramifications, en filets, en végétations, n'ont été formées que du détriment des premières, entraîné par la stillation des eaux. On le voit évidemment en comparant, par exemple, la matiere des mines de fer de Suède avec celle de nos mines de fer en grains. Celles-ci sont l'ouvrage immédiat de l'eau, et nous les voyons se former sous nos yeux; elles ne sont point attirables par l'aimant; elles ne contiennent point de soufre, et ne se trouvent que dispersées dans les terres: les autres sont toutes plus ou moins sulfureuses, toutes attirables par l'aimant, ce qui seul suppose qu'elles ont subi l'action du feu; elles sont disposées en grandes masses dures et solides; leur substance est mêlée d'une grande quantité d'asbeste, autre indice de l'action du feu. Il en est de même des autres métaux: leur ancien fonds vient du feu, et toutes leurs grandes masses ont été reunies par son action; mais toutes leurs cristallisations, végétations, granulations, etc., sont dues à des causes secondaires où l'eau a la plus grande part. Je borne ici mes réflexions sur la conversion des éléments, parce que ce serait anticiper sur celles qu'exige en particulier chaque substance minérale, et qu'elles seront mieux placées dans les articles de l'histoire naturelle des minéraux.

RÉFLEXIONS

SUR

LA LOI DE L'ATTRACTION.

Le mouvement des planètes dans leurs orbites est un mouvement composé de deux forces: la première est une force de projection, dont l'effet s'exercerait dans la tangente de l'orbite, si l'effet continu de la seconde cessait un instant; cette seconde force tend vers le soleil, et par son effet précipiterait les planètes vers le soleil, si la première force venait à son tour à cesser un seul instant.

La première de ces forces peut être regardée comme une impulsion, dont l'effet est uniforme et constant, et qui a été communiquée aux planètes dès la formation du système planétaire. La seconde peut être considérée comme une attraction vers le soleil, et se doit mesurer comme toutes les qualités qui partent d'un centre, par la raison inverse du carré de la distance, comme en effet on mesure les quantités de lumiere, d'odeur, etc., et toutes les autres quantités ou qualités qui se propagent en ligne droite et se rapportent à un centre. Or il est certain que l'attraction se propage en ligne droite, puisqu'il n'y a rien de plus droit qu'un fil à plomb, et que tombant perpendiculairement à la surface de la terre, il tend directement au centre de la force, et ne s'éloigne que très-peu de la direction du rayon au centre. Donc on peut dire que la loi de l'attraction doit être la raison inverse du carré de la distance, uniquement parce qu'elle part d'un centre ou qu'elle y tend, ce qui revient au même.

Mais comme ce raisonnement préliminaire, quelque bien fondé que je le croie, pourrait être contredit par les gens qui font peu de cas de la force des analogies, et qui ne sont accoutumés à se rendre qu'à des démonstrations mathématiques, Newton a cru qu'il valait beaucoup mieux établir la loi de l'attraction par les phénomènes mêmes, que par toute autre voie; et il a en effet démontré géométriquement que, si plusieurs corps se meuvent dans des cercles concentriques, et que les carrés des temps de leurs révolutions soient comme les cubes de leurs distances à leur centre commun, les forces centripètes de ces corps sont réciproquement comme les carrés des distances; et que, si les corps se meuvent dans des orbites peu différentes d'un cercle, ces forces sont aussi réciproquement comme les carrés des distances, pourvu que les apsides de ces orbites soient immobiles. Ainsi les forces par lesquelles les planètes tendent aux centres ou aux foyers de leurs orbites suivent en effet la loi du carré de la distance; et la gravitation étant générale et universelle, la loi de cette gravitation est constamment celle de la raison inverse du carré de la distance, et je ne crois pas que personne doute de la loi de Képler, et qu'on puisse nier que cela ne soit ainsi pour Mercure, pour Vénus, pour la terre, pour Mars, pour Jupiter, et pour Saturne, surtout en les considérant à part et comme ne pouvant se troubler les uns les autres, et en ne faisant attention qu'à leur mouvement autour du soleil.

Toutes les fois donc qu'on ne considérera qu'une planète ou qu'un satellite se mouvant dans son orbite autour du soleil ou d'une autre planète, ou qu'on n'aura que deux corps tous deux en mouvement, ou dont l'un est en repos et l'autre en mouvement, on pourra assurer que

la loi de l'attractiou suit exactement la raison inverse du carré de la distance, puisque par toates les observations la loi de Képler se trouve vraie, tant pour les planètes principales que ponr les satellites de Jupiter et de Saturne. Cependant on pourrait dès ici faire une objection tirée des mouvements de la lune, qui sont irréguliers, au point que M. Halley l'appelle *sidus contumax*, et principalement du mouvement de ses apsides, qui ne sont pas immobiles comme le demande la supposition géométrique, sur laquelle est fondé le résultat qa'on a trouvé de la raison inverse du carré de la distance pour la mesure de la force d'attraction dans les planètes.

A cela Il y a plasieurs manières de répondre. D'abord on pourrait dire que la loi s'observant généralement dans toutes les autres planètes avec exactitude, un seul phénomène où cette même exactitude ne se trouve pas ne doit pas détruire cette loi; on peut le regarder comme une exception dont on doit chercher la raison particulière. En second lieu, on pourrait répondre, comme l'a fait M. Cotes, que quand même on accorderait que la loi d'attraction n'est pas exactement dans ce cas en raison inverse da carré de la distance, et que cette raison est un peu plus grande, cette différence peut s'estimer par le calcul, èt qu'on trouvera qu'elle est presque insensible, puisque la raison de la force centripète de la lunc, qui de toutes est celle qui doit être la plus troublée, approche soixante fois plus près de la raison du carré que de la raison du cube de la distance : *Responderi potest, etiamsi concedamus hunc motum tardissimum exinde profectum quod vis centripetæ proportio aberret aliquantulum a duplicata, aberrationem illam per computum mathematicum inveniri posse, et plane insensibilem esse : ista enim ratio vis centripetæ lunaris, quæ omnium maxime turbari debet, paululum quidem duplicatam superabit; ad hanc vero sexaginta fere vicibus propius accedet quam ad triplicatam. Sed verior erit responsio*, etc. (Editoris præf. in edit. 2. Newton. *Auctore Roger Cotes.*)

Et, en troisième lieu, on doit répondre plus positivement que ce mouvement des apsides ne vient point de ce que la loi d'attraction est un pea plus grande qae dans la raison inverse du carré de la distance, mais de ce qa'en effet le soleil agit sur la lune par une force d'attraction qui doit troubler son mouvement et produire celui des apsides, et qae par conséquent cela seul pourrait bien être la cause qui empêche la lune de saivre exactement la règle de Képler. Newton a calculé dans cette vue les effets de cette force perturbatrice, et il a tiré de sa théorie les équations et les autres mouvements de la lune avec une telle précision, qu'ils répondent très-exactement, et à quelques secondes près, aux observations faites par les meillears astronomes. Mais, pour ne parler que du mouvement des apsides, il fait sentir, dès la quarante-cinquième proposition du premier livre, que la progression de l'apogée de la lune vient de l'action du soleil; en sorte que jusqu'ici tout s'accorde, et sa théorie se troave aussi vraie et aussi exacte dans tous les cas les plas compliqués comme dans ceux qui le sont le moins.

Cependant un de nos grands géomètres a prétendu [1] que la quantité absolue du mouvement de l'apogée ne pouvait pas se tirer de la théorie de la gravitation, telle qu'elle est établie par Newton, parce qa'en employant les lois de cette théorie, on trouve que ce mouvement ne devrait s'achever qu'en dix-huit ans, au lieu qu'il s'achève en neuf ans. Malgré l'autorité de cet habile mathématicien, et les raisons qu'il a données poar soutenir son opinion, j'ai toujours été convaincu, comme je le suis encore aujourd'hui, que la théorie de Newton s'accorde avec les observations : je n'entreprendrai pas ici de faire l'examen qui serait nécessaire pour prouver qu'il n'est pas tombé dans l'erreur qu'on lui reproche; je trouve qu'il est plns court d'assurer la loi de l'attraction telle qu'elle est, et de faire voir que la loi que M. Clairaut a voulu substituer à celle de Newton n'est qu'une supposition qui implique contradiction.

Car admettons pour un instant ce que M. Clairaut prétend avoir démontré, que, par la théorie de l'attraction mutuelle, le mouvement des apsides devrait se faire en dix-hait ans, au lieu de se faire en neuf ans, et souvenons-noas en même temps qu'à l'exception de ce phénomène, tous les autres, quelque compliqnés qu'ils soient, s'accordent dans cette même théorie très-exactement avec les observations : à en jager d'abord par les probabilités, cette théorie doit subsister, puisqu'il y a un nombre très-considérable

[1] M. Clairaut. Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1745.

de choses où elle s'accorde parfaitement avec la nature; qu'il n'y a qu'un seul cas où elle en diffère, et qu'il est fort aisé de se tromper dans l'énumération des causes d'un seul phénomène particulier. Il me paraît donc que la première idée qui doit se présenter est qu'il faut chercher la raison particulière de ce phénomène singulier; et il me semble qu'on pourrait en imaginer quelqu'une : par exemple, si la force magnétique de la terre pouvait, comme le dit Newton, entrer dans le calcul, on trouverait peut-être qu'elle influe sur le mouvement de la lune, et qu'elle pourrait produire cette accélération dans le mouvement de l'apogée; et c'est dans ce cas ou en effet il faudrait employer deux termes pour exprimer la mesure des forces qui produisent le mouvement de la lune. Le premier terme de l'expression serait toujours celui de la loi de l'attraction universelle, c'est-à-dire la raison inverse et exacte du carré de la distance, et le second terme représenterait la mesure de la force magnétique.

Cette supposition est sans doute mieux fondée que celle de M. Clairaut, qui me paraît beaucoup plus hypothétique, et sujette d'ailleurs à des difficultés invincibles. Exprimer la loi d'attraction par deux ou plusieurs termes, ajouter à la raison inverse du carré de la distance une fraction du carré-carré, au lieu de $\frac{1}{xx}$ mettre $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx^4}$ me paraît n'être autre chose que d'ajuster une expression de telle façon qu'elle corresponde à tous les cas. Ce n'est plus une loi physique que cette expression représente : car, en se permettant une fois de mettre un second, un troisième, un quatrième terme, etc., on pourrait trouver une expression qui, dans toutes les lois d'attraction, représenterait les cas dont il s'agit, en l'ajustant en même temps aux mouvements de l'apogée de la lune et aux autres phénomènes; et par conséquent cette supposition, si elle était admise, non-seulement anéantirait la loi de l'attraction en raison inverse du carré de la distance, mais même donnerait entrée à toutes les lois possibles et imaginables. Une loi en physique n'est loi que parce que sa mesure est simple, et que l'échelle qui la représente est non-seulement toujours la même, mais encore qu'elle est unique, et qu'elle ne peut être représentée par une autre échelle. Or, toutes les fois que l'échelle d'une loi ne sera pas représentée par un seul terme, cette simplicité et cette unité d'échelle, qui fait l'essence de la loi, ne subsiste plus, et par conséquent il n'y a plus aucune loi physique.

Comme ce dernier raisonnement pourrait paraître n'être que de la métaphysique, et qu'il y a peu de gens qui la sachent apprécier, je vais tâcher de le rendre sensible en m'expliquant davantage. Je dis donc que toutes les fois qu'on voudra établir une loi sur l'augmentation ou la diminution d'une qualité ou d'une quantité physique, on est strictement assujetti à n'employer qu'un terme pour exprimer cette loi. Ce terme est la représentation de la mesure qui doit varier, comme en effet la quantité à mesurer varie; en sorte que si la quantité, n'étant d'abord qu'un pouce, devient ensuite un pied, une aune, une toise, une lieue, etc., le terme qui l'exprime devient successivement toutes ces choses, ou plutôt les représente dans le même ordre de grandeur; et il en est de même de toutes les autres raisons dans lesquelles une quantité peut varier.

De quelque façon que nous puissions donc supposer qu'une qualité physique puisse varier, comme cette qualité est une, sa variation sera simple et toujours exprimable par un seul terme, qui en sera la mesure; et, dès qu'on voudra employer deux termes, on détruira l'unité de la qualité physique, parce que ces deux termes représenteront deux variations différentes dans la même qualité, c'est-à-dire deux qualités au lieu d'une. Deux termes sont en effet deux mesures, toutes deux variables et inégalement variables; et dès lors elles ne peuvent être appliquées à un sujet simple, à une seule qualité; et si on admet deux termes pour représenter l'effet de la force centrale d'un astre, il est nécessaire d'avouer qu'au lieu d'une force il y en a deux, dont l'une sera relative au premier terme, et l'autre relative au second terme : d'où l'on voit évidemment qu'il faut, dans le cas présent, que M. Clairaut admette nécessairement une autre force différente de l'attraction, s'il emploie deux termes pour représenter l'effet total de la force centrale d'une planète.

Je ne sais pas comment on peut imaginer qu'une loi physique, telle qu'est celle de l'attraction, puisse être exprimée par deux termes par rapport aux distances; car s'il y avait, par exemple, une masse M dont la vertu attractive

fût exprimée par $\frac{aa}{xx} + \frac{b}{x^4}$, n'en résulterait-il pas le même effet que si cette masse était composée de deux matières différentes, comme, par exemple, de $\frac{1}{2} M$, dont la loi d'attraction fût exprimée par $\frac{2aa}{xx}$ et de $\frac{1}{2} M$, dont l'attraction fût $\frac{2b}{x^4}$? cela me paraît absurde.

Mais, indépendamment de ces impossibilités qu'implique la supposition de M. Clairaut, qui détruit aussi l'unité de loi sur laquelle est fondée la vérité et la belle simplicité du système du monde, cette supposition souffre bien d'autres difficultés que M. Clairaut devait, ce me semble, se proposer avant que de l'admettre, et commencer au moins par examiner d'abord toutes les causes particulières qui pourraient produire le même effet. Je sens que si j'eusse résolu, comme M. Clairaut, le problème des trois corps, et que j'eusse trouvé que la théorie de la gravitation ne donne en effet que la moitié du mouvement de l'apogée, je n'en aurais pas tiré la conclusion qu'il en tire contre la loi de l'attraction; aussi est-ce cette conclusion que je contredis, et à laquelle je ne crois pas qu'on soit obligé de souscrire, quand même M. Clairaut aurait pu démontrer l'insuffisance de toutes les autres causes particulières.

Newton dit, page 547, tome III: *In his computationibus, attractionem magneticam terræ non consideravi, cujus itaque quantitas perparva est et ignoratur; si quando vero hæc attractio investigari poterit, et mensura graduum in meridiano, ac longitudines pendulorum isochronorum in diversis parallelis, legesque motuum maris et parallaxis lunæ cum diametris apparentibus solis et lunæ ex phænomenis accuratius determinatæ fuerint, licebit calculum hunc omnem accuratius repetere.* Ce passage ne prouve-t-il pas bien clairement que Newton n'a pas prétendu avoir fait l'énumération de toutes les causes particulières, et n'indique-t-il pas en effet que, si on trouve quelques différences avec sa théorie et les observations, cela peut venir de la force magnétique de la terre, ou de quelque autre cause secondaire? et par conséquent, si le mouvement des apsides ne s'accorde pas aussi exactement avec sa théorie que le reste, faudra-t-il pour cela ruiner sa théorie par le fondement, en changeant la loi générale de la gravitation? ou plutôt ne faudra-t-il pas attribuer à d'autres causes cette différence, qui ne se trouve que dans ce seul phénomène? M. Clairaut a proposé une difficulté contre le système de Newton; mais ce n'est tout au plus qu'une difficulté qui ne doit ni ne peut devenir un principe : il faut chercher à la résoudre, et non pas en faire une théorie dont toutes les conséquences ne sont appuyées que sur un calcul; car, comme je l'ai dit, on peut tout représenter avec un calcul, et on ne réalise rien; et si on se permet de mettre un ou plusieurs termes à la suite de l'expression d'une loi physique, comme l'est celle de l'attraction, on ne nous donne plus que de l'arbitraire, au lieu de nous représenter la réalité.

Au reste, il me suffit d'avoir établi les raisons qui me font rejeter la supposition de M. Clairaut; celles que j'ai de croire que, bien loin qu'il ait pu donner atteinte à la loi de l'attraction, et renverser l'astronomie physique, elle me paraît au contraire demeurer dans toute sa vigueur, et avoir des forces pour aller encore bien loin; et cela, sans que je prétende avoir dit, à beaucoup près, tout ce qu'on peut dire sur cette matière, à laquelle je désirerais qu'on donnât, sans prévention, toute l'attention qu'il faut pour la bien juger.

ADDITION.

Je me suis borné à démontrer que la loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut être exprimée que par un terme, et non par deux ou plusieurs termes; que par conséquent l'expression que M. Clairaut a voulu substituer à la loi du carré des distances n'est qu'une supposition qui renferme une contradiction; c'est là le seul point auquel je me suis attaché : mais comme il paraît par sa réponse qu'il ne m'a pas assez entendu [1], je vais tâcher de rendre mes raisons plus intelligibles en les traduisant en calcul; ce sera la seule réplique que je ferai à sa réponse.

La loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut pas être exprimée par deux termes.

PREMIÈRE DÉMONSTRATION.

Supposons que $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ représente l'effet

[1] Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1745, pages 403, 529, 551, 577 et 580.

de cette force, par rapport à la distance x; ou, ce qui revient au même, supposons que $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$, qui représente la force accélératrice, soit égale à une quantité donnée A pour une certaine distance : en résolvant cette équation, la racine x sera ou imaginaire, ou bien elle aura deux valeurs différentes : donc, à différentes distances, l'attraction serait la même, ce qui est absurde; donc la loi de l'attraction, par rapport a la distance, ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il fallait démontrer.*

DEUXIÈME DÉMONSTRATION.

La même expression $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$, si x devient très-grand, pourra se réduire à $\frac{1}{x^2}$, et si x devient très-petit, elle se réduira à $\pm \frac{1}{x^4}$, de sorte que si $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4} = \frac{1}{x^n}$, l'exposant n doit être un nombre compris entre 2 et 4; cependant ce même exposant n doit nécessairement renfermer x, puisque la quantité d'attraction doit, de façon ou d'autre, être mesurée par la distance : cette expression prendra donc alors une forme comme $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4} = \frac{1}{xx}$, ou $= \frac{1}{x+r}$; donc une quantité, qui doit être nécessairement un nombre compris entre 2 et 4, pourrait cependant devenir infinie, ce qui est absurde; donc l'attraction ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il fallait démontrer.*

On voit que les démonstrations seraient les mêmes contre toutes les expressions possibles qui seraient composées de plusieurs termes : donc la loi d'attraction ne peut être exprimée que par un seul terme.

SECONDE ADDITION.

Je ne voulais rien ajouter à ce que j'ai dit au sujet de la loi de l'attraction, ni faire aucune réponse au nouvel écrit de M. Clairaut[1] : mais, comme je crois qu'il est utile pour les sciences d'établir d'une manière certaine la proposition que j'ai avancée, savoir, que la loi de l'attraction, et même toute autre loi physique, ne peut jamais être exprimée que par un seul terme, et qu'une nouvelle vérité de cette espèce peut prévenir un grand nombre d'erreurs et de fausses applications dans les sciences physico-mathématiques, j'ai cherché plusieurs moyens de la démontrer.

On a vu, dans mon mémoire, les raisons métaphysiques par lesquelles j'établis que la mesure d'une qualité physique et générale dans la nature est toujours simple; que la loi qui représente cette mesure ne peut donc jamais être composée; qu'elle n'est réellement que l'expression de l'effet simple d'une qualité simple; que l'on ne peut donc exprimer cette loi par deux termes, parce qu'une qualité qui est une ne peut jamais avoir deux mesures. Ensuite, *dans l'addition à ce mémoire*, j'ai prouvé démonstrativement cette même vérité par la réduction à l'absurde et par le calcul : ma démonstration est vraie; car il est certain en général que si l'on exprime la loi de l'attraction par une fonction de la distance, et que cette fonction soit composée de deux ou plusieurs termes, comme $\frac{1}{mm} \pm \frac{1}{x^n} \pm \frac{1}{x^r}$, etc., et que l'on égale cette fonction à une quantité constante A pour une certaine distance; il est certain, dis-je, qu'en résolvant cette équation, la racine x aura des valeurs imaginaires dans tous les cas, et aussi des valeurs réelles, différentes dans presque tous les cas, et que ce n'est que dans quelques cas, comme dans celui de $\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^4} - A$, où il y aura deux racines réelles égales, dont l'une sera positive et l'autre négative. Cette exception particulière ne détruit donc pas la vérité de ma démonstration, qui est pour une fonction quelconque; car, si en général l'expression de la loi d'attraction est $\frac{1}{xx} + m\,x^n$, l'exposant n ne peut pas être négatif et plus grand que 2, puisqu'alors la pesanteur deviendrait infinie dans le point de contact : l'exposant n est donc nécessairement positif, et le coefficient m doit être négatif pour faire avancer l'apogée de la lune; par conséquent le cas particulier $\frac{1}{xx} + \frac{1}{x^3}$ ne peut jamais représenter la loi de la pesanteur; et si on se permet une fois d'exprimer cette loi par une fonction de deux

[1] Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1745, pages 577 et 578.

termes, pourquoi le second de ces termes serait-il nécessairement positif? Il y a, comme l'on voit, beaucoup de raisons pour que cela ne soit pas, et aucune raison pour que cela soit.

Dès le temps que M. Clairaut proposa, pour la première fois, de changer la loi de l'attraction et d'y ajouter un terme, j'avais senti l'absurdité qui résultait de cette supposition, et j'avais fait mes efforts pour la faire sentir aux autres : mais j'ai depuis trouvé une nouvelle manière de la démontrer, qui ne laissera, à ce que j'espère, aucun doute sur ce sujet important. Voici mon raisonnement, que j'ai abrégé autant qu'il m'a été possible :

Si la loi de l'attraction, ou telle autre loi physique que l'on voudra, pouvait être exprimée par deux ou plusieurs termes, le premier terme étant, par exemple, $\frac{1}{xx}$, il serait nécessaire que le second terme eût un coefficient indéterminé, et qu'il fût, par exemple, $\frac{1}{mx^4}$; et de même, si cette loi était exprimée par trois termes, il y aurait deux coefficients indéterminés, l'un au second, et l'autre au troisième terme, etc.; dès lors cette loi d'attraction, qui serait exprimée par deux termes $\frac{1}{xx}+\frac{1}{mx^4}$, renfermerait donc une quantité m qui entrerait nécessairement dans la mesure de la force.

Or, je demande ce que c'est que ce coefficient m : il est clair qu'il ne dépend ni de la masse ni de la distance; que ni l'une ni l'autre ne peuvent jamais donner sa valeur : comment peut-on donc supposer qu'il y ait en effet une telle quantité physique? existe-t-il dans la nature un coefficient comme un 4, un 5, un 6, etc.? et n'y a-t-il pas de l'absurdité à supposer qu'un nombre puisse exister réellement, ou qu'un coefficient puisse être une qualité essentielle à la matière? Il faudrait pour cela qu'il y eût dans la nature des phénomènes purement numériques et du même genre que ce coefficient m; sans cela il est impossible d'en déterminer la valeur, puisqu'une quantité quelconque ne peut jamais être mesurée que par une autre quantité de même genre. Il faut donc que M. Clairaut commence par nous prouver que les nombres sont des êtres réels actuellement existants dans la nature, ou que les coefficients sont des qualités physiques, s'il veut que nous convenions avec lui que la loi d'attraction, ou toute autre loi physique, puisse être exprimée par deux ou plusieurs termes.

Si l'on veut une démonstration plus particulière, je crois qu'on peut en donner une qui sera à la portée de tout le monde; c'est que la loi de la raison inverse du carrée de la distance convient également à une sphère et à toutes les particules de matière dont cette sphère est composée. Le globe de la terre exerce son attraction dans la raison inverse du carré de la distance; et toutes les particules de matière dont ce globe est composé exercent aussi leur attraction dans cette même raison, comme Newton l'a démontré : mais si l'on exprime cette loi de l'attraction d'une sphère par deux termes, la loi de l'attraction des particules qui composent cette sphère ne sera point la même que celle de la sphère; par conséquent cette loi composée de deux termes ne sera pas générale, ou plutôt ne sera jamais la loi de la nature.

Les raisons métaphysiques, mathématiques et physiques s'accordent donc toutes à prouver que la loi de l'attraction ne peut être exprimée que par un seul terme, et jamais par deux ou plusieurs termes; c'est la proposition que j'ai avancée et que j'avais à démontrer.

INTRODUCTION
A L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

Depuis vingt-cinq ans que j'ai jeté sur le papier mes idées sur la théorie de la terre, et sur la nature des matières minérales dont le globe est principalement composé, j'ai eu la satisfaction de voir cette théorie confirmée par le témoignage unanime des navigateurs, et par de nouvelles observations que j'ai eu soin de recueillir. Il m'est aussi venu, dans ce long espace de temps, quelques pensées neuves, dont j'ai cherché à constater la valeur et la réalité par des expériences : de nouveaux faits acquis par ces expériences, des rapports plus ou moins éloignés, tirés de ces mêmes faits; des réflexions en conséquence, le tout lié à mon système général, et dirigé par une vue constante vers les grands objets de la nature; voilà ce que je crois devoir présenter aujourd'hui à mes lecteurs, surtout à ceux qui, m'ayant honoré de leur suffrage, aiment assez l'histoire naturelle

pour chercher avec moi ies moyens de i'étendre et de l'approfondir.

Je commencerai par la partie expérimentale de mon travail, parce que c'est snr les résultats de mes expériences que j'ai fondé tous mes raisonnements, et que les idées même les plus conjecturales, et qui pourraient paraître trop hasardées, ne laissent pas d'y tenir par des rapports qui seront plus ou moins sensibles à des yeux plus ou moins attentifs, plus ou moins exercés, mais qui n'échapperont pas à i'esprit de ceux qui savent évaluer la force des inductions, et apprécier la vaieur des analogies.

Et comme il s'est écoulé bien des années depuis que j'ai commencé de publier mon ouvrage sur l'histoire naturelle, et que le nombre des voiumes s'est beaucoup augmenté, j'ai crn que, pour ne pas rendre mon livre trop à charge au publie, je devais m'interdire la liberté d'en donner une nouvelle édition corrigée et augmentée: aussi dans ie grand nombre de réimpressions qui se sont faites de cet ouvrage, il n'y a pas eu un seul mot de ehangé. Pour ne pas rendre aujourd'hui toutes ces éditions superflues, j'ai pris le parti de mettre en deux ou trois volumes de suppléments ies corrections, additions, développements et explications que j'ai jugées nécessaires à i'intelligence des sujets que j'ai traités. Ces suppléments contiendront beaucoup de choses nouvelles et d'autres pius anciennes, dont quelques-unes ont été imprimées, soit dans les mémoires de l'Académie des Sciences, soit ailleurs; je ies ai divisés par parties reiatives aux différents objets de l'histoire de la nature, et j'en ai formé plusieurs mémoires qui peuvent être lus indépendamment ies uns des autres, mais que j'ai seulement rapprochés selon l'ordre des matières[1].

PREMIER MÉMOIRE.

EXPÉRIENCES SUR LE PROGRÈS DE LA CHALEUR DANS LES CORPS.

Jai fait faire dix boulets de fer forgé et battu :

	pouces.
Le premier d'nn demi-pouce de diamètre	0 $\frac{1}{2}$
Le second d'un pouce	1
Le troisième d'un pouce et demi	1 $\frac{1}{2}$
Le quatrième de deux pouees	2
Le cinquième de deux pouces et demi	2 $\frac{1}{2}$
Le sixième de trois pouces	3
Le septième de trois pouces et demi	3 $\frac{1}{2}$
Le huitième de quatre pouces	4
Le neuvième de quatre pouces et demi	4 $\frac{1}{2}$
Le dixième de einq ponees	5

[1] *Nota*. Ce dernier paragraphe, comme on le voit, a rapport aux premières éditions données par Buffon.

Ce fer venait de ia forge de Chameçon, près Châtillon-sur-Seine; et comme tous les boulets ont été faits du fer de cette même forge, leurs poids se sont trouvés à très-pen près proportionnels aux volumes.

Le boulet d'nn demi-pouce pesait. . . . 190 grains.
ou 2 gros 48 grains.
Le boulet d'un pouce pesait. . . . . . 1522 grains,
ou 2 onces 5 gros 10 grains.
Le boulet d'nn pouce et demi pesait. . 5136 grains,
ou 8 onces 7 gros 24 grains.
Le boulet de deux ponces pesait. . . . 12173 grains,
ou 1 livre 5 onces 1 gros 5 grains.
Le boulet de deux pouces et demi pesait. 23781 grains,
ou 2 livres 9 onces 2 gros 21 grains.
Le boulet de trois pouces pesait. . . . 41085 grains,
ou 4 livres 7 onces 2 gros 45 grains.
Le boulet de trois pouces et demi pesait. 65254 grains,
ou 7 livres 1 once 2 gros 22 grains.
Le boulet de quatre pouces pesait. . . . 97388 grains,
ou 10 livres 9 onces 44 grains.
Le boulet de quatre pouces et demi pesait 138179 grains,
ou 14 livres 15 onces 7 gros 11 grains.
Le boulet de cinq pouces pesait. . . . . 190211 grains,
ou 20 livres 10 onces 1 gros 59 grains.

Tous ces poids ont été pris juste avec de très-bonnes baiances, en faisant limer peu à peu ceux des boulets qui se sont trouvés un peu trop forts.

Avant de rapporter ies expériences, j'observerai :

1° Que pendant tout le temps qu'on les a faites, ie thermomètre, exposé à l'air iibre, était à la congélation ou à quelques degrés au-dessous[1]; mais qu'on a laissé refroidir les boulets dans une cave où le thermomètre était à peu près à dix degrés au-dessus de la congélation, c'est-à-dire au degré de la température des caves de l'Observatoire, et c'est ce degré que je prends ici pour celui de la température actuelle de la Terre.

2° J'ai cherché à saisir deux instants dans le refroidissement : le premier où les boulets cessaient de brûler, c'est-à-dire le moment où on pouvait les toucher et les tenir avec la main, pendant une seconde, sans se brûler; le second

[1] Division de Réaumur.

temps de ce refroidissement était celui où les boulets se sont trouvés refroidis jusqu'au point de la température actuelle, c'est-à-dire à dix degrés au-dessus de la congélation. Et pour connaître le moment de ce refroidissement jusqu'à la température actuelle, on s'est servi d'autres boulets de comparaison de même matière et de mêmes diamètres qui n'avaient pas été chauffées, et que l'on touchait en même temps que ceux qui avaient été chauffés. Par cet attouchement immédiat et simultané de la main ou des deux mains sur les deux boulets, on pouvait juger assez bien du moment où ces boulets étaient également froids : cette manière simple est non-seulement plus aisée que le thermomètre, qu'il eût été difficile d'appliquer ici, mais elle est encore plus précise, parce qu'il ne s'agit que de juger de l'égalité et non pas de la proportion de la chaleur, et que nos sens sont meilleurs juges que les instruments de tout ce qui est absolument égal ou parfaitement semblable. Au reste, il est plus aisé de reconnaître l'instant où les boulets cessent de brûler, que celui où ils se sont refroidis à la température actuelle, parce qu'une sensation vive est toujours plus précise qu'une sensation tempérée, attendu que la première nous affecte d'une manière plus forte.

3º Comme le plus ou le moins de poli ou de brut sur le même corps fait beaucoup à la sensation du toucher, et qu'un corps poli semble être plus froid s'il est froid, et plus chaud s'il est chaud, qu'un corps brut de même matière, quoiqu'ils le soient tous deux également, j'ai eu soin que les boulets froids fussent bruts et semblables à ceux qui avaient été chauffés, dont la surface était semée de petites éminences produites par l'action du feu.

EXPÉRIENCES.

1.

Le boulet d'un demi-pouce a été chauffé à blanc en 2 minutes. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 12 minutes. Refroidi au point de la température actuelle en 39 minutes.

II.

Le boulet d'un pouce a été chauffé à blanc en 5 minutes ½. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 35 minutes ½. Refroidi au point de la température actuelle en 1 h. 33 minutes.

III.

Le boulet d'un pouce et demi a été chauffé à blanc en 9 minutes. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 58 minutes. Refroidi au point de la température actuelle en 2 h. 25 minutes.

IV.

Le boulet de 2 pouces a été chauffé à blanc en 13 minutes. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 1 h. 20 minutes. Refroidi au point de la température actuelle en 3 h. 16 minutes.

V.

Le boulet de 2 pouces et demi a été chauffé à blanc en 16 minutes. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 1 h. 42 minutes. Refroidi au point de la température actuelle en 4 h. 30 minutes.

VI.

Le boulet de 3 pouces a été chauffé à blanc en 19 minutes ½. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 2 h. 7 minutes. Refroidi au point de la température actuelle en 3 h. 8 minutes.

VII.

Le boulet de 3 pouces et demi a été chauffé à blanc en 23 minutes ½. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 2 h. 36 minutes. Refroidi au point de la température actuelle en 5 h. 56 minutes.

VIII.

Le boulet de 4 pouces a été chauffé à blanc en 27 minutes ½. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 h. 2 minutes. Refroidi au point de la température actuelle en 6 h. 55 minutes.

IX.

Le boulet de 4 pouces et demi a été chauffé à blanc en 31 minutes. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 h. 25 minutes. Refroidi au point de la température actuelle en 7 h. 46 minutes.

X.

Le boulet de 5 pouces a été chauffé à blanc en 34 minutes. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 h. 52 minutes. Refroidi au point de la température actuelle en 8 h. 42 minutes.

La différence la plus constante que l'on puisse prendre entre chacun des termes qui expriment le temps du refroidissement, depuis l'instant où l'on tire les boulets du feu jusqu'à celui où on peut les toucher sans se brûler, se trouve être de vingt-quatre minutes ; car, en supposant chaque terme augmenté de vingt-quatre, on aura

12', 36', 60', 84', 108', 132', 156', 180', 204', 228'.

Et la suite des temps réels de ces refroidissements, trouvés par les expériences précédentes, est

12', 35' ½, 58', 80', 102', 127', 156', 182', 205', 232'.

Ce qui approche de la première autant que l'expérience peut approcher du calcul.

De même, la différence la plus constante que l'on puisse prendre entre chacun des termes du refroidissement jusqu'à la température actuelle se trouve être de cinquante-quatre minutes ; car, en supposant chaque terme augmenté de cinquante-quatre, on aura

39', 93', 147', 201', 255', 309', 363', 417', 471', 525'.

Et la suite des temps réels de ce refroidissement, trouvés par les expériences précédentes, est

39', 93', 145', 196', 248', 308', 356', 415', 466', 522'.

Ce qui approche aussi beaucoup de la première suite supposée.

J'ai fait une seconde et une troisième fois les mêmes expériences sur les mêmes boulets; mais j'ai vu que je ne pouvais compter que sur les premières, parceque je me suis aperçu qu'à chaque fois qu'on chauffait les boulets, ils perdaient considérablement de leur poids; car

Le boulet d'un demi-pouce, après avoir été chauffé trois fois, avait perdu environ la dix-huitième partie de son poids.

Le boulet d'un pouce, après avoir été chauffé trois fois, avait perdu environ la seizième partie de son poids.

Le boulet d'un pouce et demi, après avoir été chauffé trois fois, avait perdu la quinzième partie de son poids.

Le boulet de deux pouces, après avoir été chauffé trois fois, avait perdu à peu près la quatorzième partie de son poids.

Le boulet de deux pouces et demi, après avoir été chauffé trois fois, avait perdu à peu près la treizième partie de son poids.

Le boulet de trois pouces, après avoir été chauffé trois fois, avait perdu à peu près la treizième partie de son poids.

Le boulet de trois pouces et demi, après avoir été chauffé trois fois, avait perdu encore un peu plus de la treizième partie de son poids.

Le boulet de quatre pouces, après avoir été chauffé trois fois, avait perdu la douzième partie et demie de son poids.

Le boulet de quatre pouces et demi, après avoir été chauffé trois fois, avait perdu un peu plus de la douzième partie et demie de son poids.

Le boulet de cinq pouces, après avoir été chauffé trois fois, avait perdu à très-peu près la douzième partie de son poids; car il pesait, avant d'avoir été chauffé, vingt livres dix onces un gros cinquante-neuf grains[1].

On voit que cette perte sur chacun des boulets est extrêmement considérable, et qu'elle paraît aller en augmentant, à mesure que les boulets sont plus gros; ce qui vient, à ce que je présume, de ce que l'on est obligé d'appliquer le feu violent d'autant plus longtemps que les corps sont plus grands; mais, en tout, cette perte de poids, non-seulement est occasionnée par le détachement des parties de la surface qui se réduisent en scories, et qui tombent dans le feu, mais encore par une espèce de dessèchement ou de calcination intérieure qui diminue la pesanteur des parties constituantes du fer; en sorte qu'il paraît que le feu violent rend le fer spécifiquement plus léger à chaque fois qu'on le chauffe. Au reste, j'ai trouvé par des expériences ultérieures, que cette diminution de pesanteur varie beaucoup selon la différente qualité du fer.

Ayant donc fait faire six nouveaux boulets, depuis un demi-pouce jusqu'à trois pouces de diamètre, et du même poids que les premiers, j'ai trouvé les mêmes progressions tant pour l'entrée que pour la sortie de la chaleur, et je me suis assuré que le fer s'échauffe et se refroidit en effet comme je viens de l'exposer.

Un passage de Newton[1] a donné naissance à ces expériences.

Globus ferri candentis, digitum unum latus, calorem suum omnem spatio horæ unius in aere consistens vix amitteret. Globus autem major calorem diutius conservaret in ratione diametri, propterea quod superficies (ad cujus mensuram per contractum aeris ambientis refrigeratur) in illa ratione minor est pro quantitate materiæ suæ calidæ inclusæ. Ideoque globus ferri candentis huic terræ æqualis, id est, pedes plus minus 40000000 *latus, diebus totidem et idcirco annis* 50000 *vix obrefrigesceret. Suspicor tamen quod duratio caloris ob causas latentes augeatur in minori ratione quam ea diametri; et optarim rationem veram per experimenta investigari.*

Newton désirait donc qu'on fit les expériences que je viens d'exposer; et je me suis déterminé à les tenter, non-seulement parce que j'en avais besoin pour des vues semblables aux siennes, mais encore parce que j'ai cru m'apercevoir que ce grand homme pouvait s'être trompé en disant que la durée de la chaleur devait n'augmenter par l'effet des causes cachées, qu'en *moindre* raison que celle du diamètre: il m'a paru au contraire, en y réfléchissant; que ces

[1] Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes expériences sur des boulets de fonte de fer; mais M. de Montbeillard, lieutenant-colonel du régiment Royal-Artillerie, m'a communiqué la note suivante qui y supplée parfaitement. On a pesé plusieurs boulets avant de les chauffer, qui se sont trouvés du poids de vingt-sept livres et plus. Après l'opération, ils ont été réduits à vingt-quatre livres et un quart et vingt-quatre livres et demie. On a vérifié, sur une grande quantité de boulets, que plus on les a chauffés et plus ils ont augmenté de volume et diminué de poids: enfin, sur quarante mille boulets chauffés et râpés pour les réduire au calibre des canons, on a perdu dix mille, c'est-à-dire un quart: en sorte qu'à tous égards cette pratique est mauvaise.

[1] Princip. mathem. Lond. 1726, p. 509.

causes cachées ne pouvaient que rendre cette raison plus grande au lieu de la faire plus petite.

Il est certain, comme le dit Newton, qu'un globe plus grand conserverait sa chaleur plus longtemps qu'un plus petit, en raison du diamètre, si on supposait ces globes composés d'une matière parfaitement perméable à la chaleur; en sorte que la sortie de la chaleur fût absolument libre, et que les particules ignées ne trouvassent aucun obstacle qui pût les arrêter ni changer le cours de leur direction. Ce n'est que dans cette supposition mathématique que la durée de la chaleur serait en effet en raison du diamètre; mais les causes cachées dont parle Newton, et dont les principales sont les obstacles qui résultent de la perméabilité non absolue, imparfaite et inégale de toute matière solide, au lieu de diminuer le temps de la durée de la chaleur, doivent au contraire l'augmenter. Cela m'a paru si clair, même avant d'avoir tenté mes expériences, que je serais porté à croire que Newton, qui voyait clair aussi jusque dans les choses mêmes qu'il ne faisait que soupçonner, n'est pas tombé dans cette erreur, et que le mot *minori ratione*, au lieu de *majori*, n'est qu'une faute de sa main ou de celle d'un copiste, qui s'est glissée dans toutes les éditions de son ouvrage, du moins dans toutes celles que j'ai pu consulter. Ma conjecture est d'autant mieux fondée, que Newton paraît dire ailleurs précisément le contraire de ce qu'il a dit ici : c'est dans la onzième question de son Traité d'Optique[1] : « Les corps d'un grand volume, dit-il, ne conservent-ils pas plus longtemps (NOTA. *Ce mot* « PLUS LONGTEMPS *ne peut signifier ici qu'en* « *raison plus grande que celle du diamètre*) « leur chaleur, parce que leurs parties s'échauffent réciproquement? Et un corps vaste, dense « et fixe, étant une fois échauffé au delà d'un « certain degré, ne peut-il pas jeter de la lumière en telle abondance, que par l'émission « et la réaction de sa lumière, par les réflexions « et les réfractions de ses rayons au-dedans de « ses pores, il devienne toujours plus chaud, « jusqu'à ce qu'il parvienne à un certain degré « de chaleur qui égale la chaleur du soleil? Et « le soleil et les étoiles fixes, ne sont-ce pas de « vastes terres violemment échauffées, dont la « chaleur se conserve par la grosseur de ces « corps, et par l'action et la réaction réciproques entre eux et la lumière qu'ils jettent, « leurs parties étant d'ailleurs empêchées de s'évaporer en fumée, non-seulement par leur « fixité, mais encore par le vaste poids et la « grande densité des atmosphères, qui, pesant « de tous côtés, les compriment très-fortement, « et condensent les vapeurs et les exhalaisons « qui s'élèvent de ces corps-là? »

Par ce passage, on voit que Newton, non-seulement est ici de mon avis sur la durée de la chaleur, qu'il suppose en raison plus grande que celle du diamètre, mais encore qu'il renchérit beaucoup sur cette augmentation, en disant qu'un grand corps, par cela même qu'il est grand, peut augmenter sa chaleur.

Quoi qu'il en soit, l'expérience a pleinement confirmé ma pensée. La durée de la chaleur, ou, si l'on veut, le temps employé au refroidissement du fer n'est point en plus *petite*, mais en plus *grande* raison que celle du diamètre; il n'y a, pour s'en assurer, qu'à comparer les progressions suivantes :

DIAMÈTRES.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 demi-pouces.

Temps du premier refroidissement, supposés en raison du diamètre :

12', 24', 36', 48', 60', 72', 84', 96', 108', 120'.

Temps réels de ce refroidissement, trouvés par l'expérience :

12', 35' ½, 58', 80', 102', 127', 156', 182', 205', 232'.

Temps du second refroidissement, supposés en raison du diamètre :

39', 78', 117', 156', 195', 234', 273', 312', 351', 390'.

Temps réels de ce second refroidissement, trouvés par l'expérience :

39', 93', 145', 196', 248', 308', 356, 415', 466', 522'.

On voit, en comparant ces progressions terme à terme, que dans tous les cas la durée de la chaleur, non-seulement n'est pas en raison plus petite que celle du diamètre (comme il est écrit dans Newton), mais qu'au contraire cette durée est en raison considérablement plus grande.

Le docteur Martine, qui a fait un bon ouvrage sur les thermomètres, rapporte ce passage de Newton, et il dit qu'il avait commencé de faire quelques expériences qu'il se proposait de pousser plus loin; qu'il croit que l'opinion de

[1] Traduction de Coste.

Newton est conforme à la vérité, et que les corps semblables conservent en effet la chaleur dans la proportion de leurs diamètres ; mais que, quant au doute que Newton forme, si dans les grands corps cette proportion n'est pas *moindre* que celle des diamètres, il ne le croit pas suffisamment fondé. Le docteur Martine avait raison à cet égard ; mais en même temps il avait tort de croire, d'après Newton, que tous les corps solides ou fluides conservent leur chaleur en raison de leurs diamètres. Il rapporte à la vérité des expériences faites avec de l'eau dans des vases de porcelaine, par lesquelles il trouve que les temps du refroidissement de l'eau sont presque proportionnels aux diamètres des vases qui la contiennent : mais nous venons de voir que c'est par cette raison même que, dans les corps solides, la chose se passe différemment ; car l'eau doit être regardée comme une matière presque entièrement perméable à la chaleur, puisque c'est un fluide homogène, et qu'aucune de ses parties ne peut faire obstacle à la circulation de la chaleur. Ainsi, quoique les expériences du docteur Martine donnent à peu près la raison du diamètre pour le refroidissement de l'eau, on ne doit en rien conclure pour le refroidissement des corps solides.

Maintenant, si l'on voulait chercher avec Newton combien il faudrait de temps à un globe gros comme la terre pour se refroidir, on trouverait, d'après les expériences précédentes, qu'au lieu de cinquante mille ans qu'il assigne pour le temps du refroidissement de la terre jusqu'à la température actuelle, il faudrait déjà quarante-deux mille neuf cent soixante-quatre ans et deux cent vingt-un jours pour la refroidir, seulement jusqu'au point où elle cesserait de brûler, et quatre-vingt-seize mille six cent soixante-dix ans et cent trente-deux jours pour la refroidir à la température actuelle.

Car la suite des diamètres des globes étant 1, 2, 3, 4, 5. . . . . N demi-pouces, celle des temps du refroidissement jusqu'à pouvoir toucher les globes sans se brûler sera : 12, 36, 60, 84, 108. . . . . 24 N — 12 minutes : et le diamètre de la terre étant de 2865 lieues, de 25 au degré, ou de. . . . 6537930 toises de 6 pieds ;

En faisant la lieue de. . 2282 toises,
ou de. . . . . 39227580 pieds,
ou de. . . . . 941461920 demi-pouces ;
nous avons N =. . 941461920 demi-pouces ; et 24 N — 12 = 22595086068 minutes, c'est-à-dire quarante-deux mille neuf cent soixante-quatre ans et deux cent vingt et un jours pour le temps nécessaire au refroidissement d'un globe gros comme la terre, seulement jusqu'au point de pouvoir le toucher sans se brûler.

Et de même la suite des temps du refroidissement jusqu'à la température actuelle sera : 39', 93', 147', 201', 255'.. .. . . 54 N — 15'.

Et comme N est toujours = 941461920 demi-pouces, nous aurons 54 N — 15 = 50838943662 minutes, c'est-à-dire quatre-vingt-seize mille six cent soixante-dix ans et cent trente-deux jours pour le temps nécessaire au refroidissement d'un globe gros comme la terre, au point de la température actuelle.

Seulement on pourrait croire que celui du refroidissement de la terre devrait encore être considérablement augmenté, parce que l'on imagine que le refroidissement ne s'opère que par le contact de l'air, et qu'il y a une grande différence entre le temps du refroidissement dans l'air et le temps du refroidissement dans le vide ; et comme l'on doit supposer que la terre et l'air se seraient en même temps refroidis dans le vide, on dira qu'il faut faire état de ce surplus de temps : mais il est aisé de faire voir que cette différence est très-peu considérable ; car, quoique la densité du milieu dans lequel le corps se refroidit fasse quelque chose sur la durée du refroidissement, cet effet est bien moindre qu'on ne pourrait l'imaginer, puisque dans le mercure, qui est onze mille fois plus dense que l'air, il ne faut, pour refroidir les corps qu'on y plonge, qu'environ neuf fois autant de temps qu'il en faut pour produire le même refroidissement dans l'air.

La principale cause du refroidissement n'est donc pas le contact du milieu ambiant, mais la force expansive qui anime les parties de la chaleur et du feu, qui les chasse hors des corps où elles résident, et les pousse directement du centre à la circonférence.

En comparant, dans les expériences précédentes, les temps employés à chauffer les globes de fer avec les temps nécessaires pour les refroidir, on verra qu'il faut environ la sixième partie et demie du temps pour les chauffer à blanc de ce qu'il faut pour les refroidir au point de pouvoir les tenir à la main, et environ la quinzième partie et demie du temps qu'il faut pour les refroidir au point de la température ac-

tuelle[1]; en sorte qu'il y a encore une très-grande correction à faire dans le texte de Newton, sur l'estime qu'il fait de la chaleur que le soleil a communiquée à la comète de 1680; car cette comète n'ayant été exposée à la violente chaleur du soleil que pendant un petit temps, elle n'a pu la recevoir qu'en proportion de ce temps, et non pas en entier, comme Newton paraît le supposer dans le passage que je vais rapporter :

Est calor solis ut radiorum densitas, hoc est reciproce ut quadratum distantiæ locorum a sole. Ideoque cum distantia cometæ a centro solis decemb. 8, ubi in perihelio versabatur, esset ad distantiam terræ a centro solis ut 6 ad 1000 circiter, calor solis apud cometam eo tempore erat ad calorem solis æstivi apud nos ut 1000000 ad 36, seu 28000 ad 1. Sed calor aquæ ebullientis est quasi triplo major quam calor quem terra arida concipit ad æstivum solem, ut expertus sum, etc. Calor ferri candentis (si recte conjector) quasi triplo vel quadruplo major quam calor aquæ ebullientis; ideoque calor quem terra arida apud cometam in perihelio versantem ex radiis solaribus concipere posset, quasi 2000 vicibus major quam calor ferri candentis. Tanto autem calore vapores et exhalationes, omnisque materia volatilis statim consumi ac dissipari debuissent.

Cometa igitur in perihelio suo calorem immensum ad solem concepit, et calorem illum diutissime conservare potest.

Je remarquerai d'abord que Newton fait tel la chaleur du feu rougi beaucoup moindre qu'elle n'est en effet, et qu'il le dit lui-même dans un Mémoire qui a pour titre : *Échelle de la chaleur*, et qu'il a publié dans les Transactions philosophiques de 1701, c'est-à-dire plusieurs années après la publication de son *Livre des Principes*. On voit dans ce Mémoire, qui est excellent, et qui renferme le germe de toutes les idées sur lesquelles on a depuis construit les thermomètres; on y voit, dis-je, que Newton, après des expériences très-exactes, fait la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du soleil d'été; celle de l'étain fondant, six fois plus grande; celle du plomb fondant, huit fois plus grande; celle du régule fondant, douze fois plus grande; et celle d'un feu de cheminée ordinaire, seize ou dix-sept fois plus grande que celle du soleil d'été : et de là on ne peut s'empêcher de conclure que la chaleur du fer rougi à blanc ne soit encore bien plus grande, puisqu'il faut un feu constamment animé par le soufflet pour chauffer le fer à ce point. Newton paraît lui-même le sentir, et donner à entendre que cette chaleur du fer rougi paraît être sept ou huit fois plus grande que celle de l'eau bouillante. Ainsi il faut, suivant Newton lui-même, changer trois mots au passage précédent, et lire : *calor ferri candentis est quasi triplo (septuplo) vel quadruplo (octuplo) major quam calor aquæ ebullientis; ideoque calor apud cometam in perihelio versantem quasi 2000 (1000) vicibus major quam calor ferri candentis*. Cela diminue de moitié la chaleur de cette comète, comparée à celle du fer rougi à blanc.

Mais cette diminution, qui n'est que relative, n'est rien en elle-même, ni rien en comparaison de la diminution réelle et très-grande qui résulte de notre première considération; il faudrait, pour que la comète eût reçu cette chaleur mille fois plus grande que celle du fer rougi, qu'elle eût séjourné pendant un temps très-long dans le voisinage du soleil, au lieu qu'elle n'a fait que passer très-rapidement, surtout à la plus petite distance, sur laquelle seule néanmoins Newton établit son calcul de comparaison. Elle était, le 8 décembre 1680, à $\frac{6}{1000}$ de la distance de la terre au centre du soleil, mais, la veille ou le lendemain, c'est-à-dire vingt-quatre heures avant et vingt-quatre heures après, elle était déjà à une distance six fois plus grande, et où la chaleur était, par conséquent, trente-six fois moindre.

Si l'on voulait donc connaître la quantité de cette chaleur communiquée à la comète par le soleil, voici comment on pourrait faire cette estimation assez juste, et en faire en même temps la comparaison avec celle du fer ardent, au moyen de mes expériences.

Nous supposerons comme un fait que cette comète a employé six cent soixante-six heures à descendre du point où elle était encore éloignée du soleil d'une distance égale à celle de la terre à cet astre, auquel point la comète rece-

[1] Le boulet d'un pouce et celui d'un demi-pouce surtout ont été chauffés en bien moins de temps, et ne suivent point cette proportion de quinze et demi à un, et c'est par la raison qu'étant très-petits et placés dans un grand feu, la chaleur les pénétrait pour ainsi dire tout à coup; mais à commencer par les boulets d'un pouce et demi de diamètre, la proportion que j'établis ici se trouve assez exacte pour qu'on puisse y compter.

vait par conséquent une chaleur égale à celle que la terre reçoit du soleil, et que je prends ici pour l'unité. Nous supposerons de même que la comète a employé six cent soixante-six autres heures à remonter du point le plus bas de son périhélie à cette même distance; et, supposant aussi son mouvement uniforme, on verra que la comète étant au point le plus bas de son périhélie, c'est-à-dire à $\frac{6}{1000}$ de distance de la terre au soleil, la chaleur qu'elle a reçue dans ce moment était de vingt-sept mille sept cent soixante-seize fois plus grande que celle que reçoit la terre : en donnant à ce moment une durée de quatre-vingt minutes, savoir : quarante minutes en descendant, et quarante minutes en montant, on aura :

A six de distance, vingt-sept mille sept cent soixante-seize de chaleur pendant quatre-vingts minutes.

A sept de distance, vingt mille quatre cent huit de chaleur aussi pendant quatre-vingts minutes.

A huit de distance, quinze mille six cent vingt-cinq de chaleur toujours pendant quatre-vingts minutes; et ainsi de suite jusqu'à la distance mille, où la chaleur est un. En sommant toutes les chaleurs à chaque distance, on trouvera trois cent soixante-trois mille quatre cent dix pour le total de la chaleur que la comète a reçue du soleil, tant en descendant qu'en remontant, qu'il faut multiplier par le temps, c'est-à-dire par $\frac{4}{3}$ d'heure; on aura donc quatre cent quatre-vingt-quatre mille cinq cent quarante-sept, qu'on divisera par deux mille, qui représente la chaleur totale que la terre a reçue dans ce même temps de mille trois cent trente-deux heures, puisque la distance est toujours mille, et la chaleur toujours $= 1$: ainsi l'on aura $242\frac{547}{2000}$ pour la chaleur que la comète a reçue de plus que la terre pendant tout le temps de son périhélie; au lieu de vingt-huit mille, comme Newton le suppose, parce qu'il ne prend que le point extrême, et ne fait nulle attention à la très-petite durée du temps.

Et encore faudrait-il diminuer cette chaleur $242\frac{547}{2000}$, parce que la comète parcourait, par son accélération, d'autant plus de chemin dans le même temps qu'elle était plus près du soleil.

Mais, en négligeant cette diminution, et en admettant que la comète a en effet reçu une chaleur à peu près deux cent quarante-deux fois plus grande que celle de notre soleil d'été, et par conséquent $17\frac{7}{9}$ fois plus grande que celle du fer ardent, suivant l'estime de Newton, ou seulement dix fois plus grande, suivant la correction qu'il faut faire à cette estime, on doit supposer que, pour donner une chaleur dix fois plus grande que celle du fer rougi, il faudrait dix fois plus de temps, c'est-à-dire treize mille trois cent vingt heures au lieu de mille trois cent trente-deux. Par conséquent on peut comparer à la comète un globe de fer qu'on aurait chauffé à un feu de forge pendant treize mille trois cent vingt heures, pour pouvoir le rougir à blanc.

Or, on voit, par mes expériences, que la suite des temps nécessaires pour chauffer des globes dont les diamètres croissent, comme

1, 2, 3, 4, 5. . . . . . . n demi-pouces,

est à très-peu près

$$2', \ 5'\tfrac{1}{2}, \ 9', \ 12'\tfrac{1}{2}, \ 16'. \ . \ . \ \frac{7n-3}{2} \text{ minutes.}$$

On aura donc $\frac{7n-3}{2} = 799200$ minutes;

D'où l'on tirera $n = 228342$ demi-pouces.

Ainsi, avec le feu de forge, on ne pourrait chauffer à blanc, en sept cent quatre-vingt-dix neuf mille deux cents minutes ou treize mille trois cent vingt heures, qu'un globe dont le diamètre serait de deux cent vingt-huit mille trois cent quarante-deux demi-pouces; et par conséquent il faudrait, pour que toute la masse de la comète soit chauffée au point du fer rougi à blanc, pendant le peu de temps qu'elle a été exposée aux ardeurs du soleil, qu'elle n'eût eu que deux cent vingt-huit mille trois cent quarante-deux demi-pouces de diamètre, et supposer encore qu'elle eût été frappée de tous côtés et en même temps par la lumière du soleil. D'où il résulte que si on la suppose plus grande, il faut nécessairement supposer plus de temps dans la même raison de n à $\frac{7n-3}{2}$; en sorte, par exemple, que si l'on veut supposer la comète égale à la terre, on aura $n = 941461920$ demi-pouces, et $\frac{7n-3}{2} = 3295116718$ minutes, c'est-à-dire qu'au lieu de treize mille trois cent vingt heures, il en faudrait cinquante-quatre millions neuf cent dix-huit mille six cent douze, ou, si l'on veut, au lieu d'un an cent quatre-vingt-dix jours, il faudrait six mille deux cent

soixante-neuf ans pour chauffer à blanc un globe grand comme la terre : et, par la même raison, il faudrait que la comète, au lieu de n'avoir séjourné que mille trois cent trente-deux heures ou cinquante-cinq jours douze heures dans tout son périhélie, y eût demeuré pendant trois cent quatre-vingt-douze ans. Ainsi, les comètes, lorsqu'elles approchent du soleil, ne reçoivent pas une chaleur immense, ni très-longtemps durable, comme le dit Newton, et comme on serait porté à le croire à la première vue : leur séjour est si court dans le voisinage de cet astre, que leur masse n'a pas le temps de s'échauffer, et qu'il n'y a guère que la partie de la surface exposée au soleil qui soit brûlée par ces instants de chaleur extrême, laquelle en calcinant et volatilisant la matière de cette surface, la chasse au dehors en vapeurs et en poussière du côté opposé au soleil ; et ce qu'on appelle *la queue d'une comète* n'est autre chose que la lumière même du soleil rendue sensible, comme dans une chambre obscure, par ces atomes que la chaleur pousse d'autant plus loin qu'elle est plus violente.

Mais une autre considération bien différente de celle-ci, et encore plus importante, c'est que, pour appliquer le résultat de nos expériences et de notre calcul à la comète et à la terre, il faut les supposer composées de matières qui demanderaient autant de temps que le fer pour se refroidir ; tandis que, dans le réel, les matières principales dont le globe terrestre est composé, telles que les glaises, les grès, les pierres, etc., doivent se refroidir en bien moins de temps que le fer.

Pour me satisfaire sur cet objet, j'ai fait faire des globes de glaise et de grès ; et les ayant fait chauffer à la même forge jusqu'à les faire rougir à blanc, j'ai trouvé que les boulets de glaise de deux pouces se sont refroidis au point de pouvoir les tenir dans la main en trente-huit minutes, ceux de deux pouces et demi en quarante-huit minutes, et ceux de trois pouces en soixante minutes ; ce qui, étant comparé avec le temps du refroidissement des boulets de fer de ces mêmes diamètres de deux pouces, deux pouces et demi et trois pouces, donne les rapports de trente-huit à quatre-vingts pour deux pouces, quarante-huit à cent deux pour deux pouces et demi, et soixante à cent vingt-sept pour trois pouces, ce qui fait un peu moins de un à deux ; en sorte que pour le refroidissement de la glaise il ne faut pas la moitié du temps qu'il faut pour celui du fer.

J'ai trouvé de même que les globes de grès de deux pouces se sont refroidis au point de les tenir dans la main en quarante-cinq minutes, ceux de deux pouces et demi en cinquante-huit minutes, et ceux de trois pouces en soixante-quinze minutes, ce qui, étant comparé avec le temps du refroidissement des boulets de fer de ces mêmes diamètres, donne les rapports de quarante-six à quatre-vingts pour deux pouces, de cinquante-huit à cent deux pour deux pouces et demi, et de soixante-quinze à cent vingt-sept pour trois pouces, ce qui fait à très-peu près la raison de neuf à cinq; en sorte que, pour le refroidissement du grès, il faut plus de la moitié du temps qu'il faut pour celui du fer.

J'observerai, au sujet de ces expériences, que les globes de glaise chauffés à feu blanc ont perdu de leur pesanteur encore plus que les boulets de fer, et jusqu'à la neuvième ou dixième partie de leur poids, au lieu que le grès chauffé au même feu ne perd presque rien du tout de son poids, quoique toute la surface se couvre d'émail et se réduise en verre. Comme ce petit fait m'a paru singulier, j'ai répété l'expérience plusieurs fois, en faisant même pousser le feu et le continuer plus longtemps que pour le fer; et quoiqu'il ne fallût guère que le tiers du temps pour rougir le grès de ce qu'il en fallait pour rougir le fer, je l'ai tenu à ce feu le double et le triple du temps, pour voir s'il perdrait davantage, et je n'ai trouvé que de très-légères diminutions; car le globe de deux pouces, chauffé pendant huit minutes, qui pesait sept onces deux gros trente grains avant d'être mis au feu, n'a perdu que quarante-un grains, ce qui ne fait pas la centième partie de son poids; celui de deux pouces et demi, qui pesait quatorze onces deux gros huit grains, ayant été chauffé pendant douze minutes, n'a perdu que la cent cinquante-quatrième partie de son poids ; et celui de trois pouces, qui pesait vingt-quatre onces cinq gros treize grains, ayant été chauffé pendant dix-huit minutes, c'est-à-dire à peu près autant que le fer, n'a perdu que soixante-dix-huit grains, ce qui ne fait que la cent quatre-vingt-unième partie de son poids. Ces pertes sont si petites, qu'on pourrait les regarder comme nulles, et assurer, en général, que le grès pur ne perd rien de sa pesanteur au feu : car il m'a paru que ces petites diminutions que je viens de rapporter,

ont été occasionnées par les parties ferrugineuses qui se sont trouvées dans ces grès, et qui ont été en partie détruites par le feu.

Une chose plus générale et qui mérite bien d'être remarquée, c'est que les durées de la chaleur dans différentes matières exposées au même feu pendant un temps égal sont toujours dans la même proportion, soit que le degré de chaleur soit plus grand ou plus petit ; en sorte, par exemple, que si on chauffe le fer, le grès et la glaise à un feu violent, et tel qu'il faille quatre-vingts minutes pour refroidir le fer au point de pouvoir le toucher, quarante-six minutes pour refroidir le grès au même point, et trente-huit pour refroidir la glaise ; et qu'à une chaleur moindre il ne faille, par exemple, que dix-huit minutes pour refroidir le fer à ce même point de pouvoir le toucher avec la main, il ne faudra proportionnellement qu'un peu plus de dix minutes pour refroidir le grès, et environ huit minutes et demie pour refroidir la glaise à ce même point.

J'ai fait de semblables expériences sur des globes de marbre, de pierre, de plomb et d'étain, à une chaleur telle seulement, que l'étain commençait à fondre, et j'ai trouvé que le fer se refroidissait en dix-huit minutes au point de pouvoir le tenir à la main ; le marbre se refroidit au même point en douze minutes, la pierre en onze, le plomb en neuf, et l'étain en huit minutes.

Ce n'est donc pas proportionnellement à leur densité, comme on le voit vulgairement [1], que les corps reçoivent et perdent plus ou moins vite la chaleur, mais dans un rapport bien différent et qui est en raison inverse de leur solidité, c'est-à-dire de leur plus ou moins grande *non-fluidité* ; en sorte qu'avec la même chaleur il faut moins de temps pour échauffer ou refroidir le fluide le plus dense qu'il n'en faut pour échauffer ou refroidir au même degré le solide le moins dense. Je donnerai, dans les mémoires suivants, le développement entier de ce principe, duquel dépend toute la théorie du progrès de la chaleur ; mais, pour que mon assertion ne paraisse pas vaine, voici en peu de mots le fondement de cette théorie :

J'ai trouvé, par la vue de l'esprit, que les corps qui s'échaufferaient en raison de leurs diamètres, ne pourraient être que ceux qui seraient parfaitement perméables à la chaleur, et que ce seraient en même temps ceux qui s'échaufferaient ou se refroidiraient en moins de temps. Dès lors j'ai pensé que les fluides dont toutes les parties ne se tiennent que par un faible lien approchaient plus de cette perméabilité parfaite que les solides dont les parties ont beaucoup plus de cohésion que celles des fluides.

En conséquence, j'ai fait des expériences par lesquelles j'ai trouvé qu'avec la même chaleur tous les fluides, quelque denses qu'ils soient, s'échauffent et se refroidissent plus promptement qu'aucun solide, quelque léger qu'il soit ; en sorte, par exemple, que le mercure, comparé avec le bois, s'échauffe beaucoup plus promptement que le bois, quoiqu'il soit quinze ou seize fois plus dense.

Cela m'a fait reconnaître que le progrès de la chaleur dans les corps ne devait, en aucun cas, se faire relativement à leur densité ; et en effet j'ai trouvé par l'expérience que, tant dans les solides que dans les fluides, ce progrès se fait plutôt en raison de leur fluidité, ou, si l'on veut, en raison inverse de leur solidité.

Comme ce mot *solidité* a plusieurs acceptions, il faut voir nettement le sens dans lequel je l'emploie ici. *Solide* et *solidité* se disent en géométrie relativement à la grandeur, et se prennent pour le volume du corps ; *solidité* se dit souvent en physique relativement à la densité, c'est-à-dire à la masse contenue sous un volume donné ; *solidité* se dit quelquefois encore relativement à la dureté, c'est-à-dire à la résistance que font les corps lorsque nous voulons les entamer : or, ce n'est dans aucun de ces sens que j'emploie ici ce mot, mais dans une acception qui devrait être la première, parce qu'elle est la plus propre. J'entends uniquement par *solidité* la qualité opposée à la fluidité, et je dis que c'est en raison inverse de cette qualité que se fait le progrès de la chaleur dans la plupart des corps, et qu'ils s'échauffent ou se refroidissent d'autant plus vite qu'ils sont plus fluides, et d'autant plus lentement qu'ils sont plus solides, toutes les autres circonstances étant égales d'ailleurs.

Et, pour prouver que la solidité prise dans ce sens est tout à fait indépendante de la densité, j'ai trouvé, par expérience, que des matières plus denses ou moins denses s'échauffent et se refroidissent plus promptement que d'autres matières plus ou moins denses ; que, par exem-

[1] Voyez la Chimie de Boërhaave, partie I, p. 266 et 276, et aussi 160, 264 et 267. Musschenbroeck, *Essais de Physique*, p. 94 et 969, etc.

ple, l'or et le plomb, qui sont beaucoup plus denses que le fer et le cuivre, néanmoins s'échauffent et se refroidissent beaucoup plus vite, et que l'étain et le marbre, qui sont au contraire moins denses, s'échauffent et se refroidissent aussi beaucoup plus vite que le fer et le cuivre, et qu'il en est de même de pinsieurs autres matières qui, quoique pins ou moins denses, s'échauffent et se refroidissent pins promptement que d'autres qui sont heaucoup moins denses ou plus denses; en sorte que la densité n'est nullement relative à l'échelle du progrès de la chaleur dans les corps solides.

Et, ponr le prouver de même dans les fluides, j'ai vu que le mercnre, qui est treize ou quatorze fois plus dense que l'eau, néanmoins s'échauffe et se refroidit en moins de temps que l'eau; et que l'esprit de vin, qui est moins dense que l'eau, s'échauffe et se refroidit aussi plus vite que l'eau; en sorte que, généralement, le progrès de la chaleur dans les corps, tant pour l'entrée que ponr la sortie, n'a aucun rapport à leur densité, et se fait principalement en raison de leur flnidité, cn étendant la fluidité jusqu'au solide, c'est-à-dire en regardant la solidité comme une *non-fluidité* plus ou moins grande. De là, j'ai cru devoir conclure que l'on connaitrait en effet le degré réel de fluidité dans les corps en les faisant chauffer à la même chaleur; car leur fluidité sera dans la même raison que celle du temps pendant lequel ils recevront et perdront cette chaleur : et il en sera de même des corps solides; ils seront d'autant plus solides, c'est-à-dire d'autant plus *non-fluides*, qu'il leur faudra plus de temps pour recevoir cette même chaleur et la perdre; et cela presque généralement, à ce que je présume; car j'ai déjà tenté ces expériences sur nn grand nombre de matières différentes, et j'en ai fait une table que j'ai tâché de rendre anssi complète et aussi exacte qu'il m'a été possible, et qu'on trouvera dans le mémoire suivant.

SECOND MÉMOIRE.

SUITE DES EXPÉRIENCES SUR LE PROGRÈS DE LA CHALEUR DANS LES DIFFÉRENTES SUBSTANCES MINÉRALES.

J'ai fait faire un grand nombre de globes, tous d'nn ponce de diamètre, le plus précisément qu'il a été possihle, des matières suivantes, qui peuvent représenter ici à pen près le règne minéral :

	onces.	gros.	grains.
Or le pins pur, affiné par les soins de M. Tbillet, de l'Académie des Sciences, qni a faii travailler ce globe à ma prière, pèse	6	2	17
Piomb, pèse	5	6	28
Argeni le plus pnr, iravailié de même, pèse	5	5	22
Bismuth, pèse	5	0	5
Cuivre ronge, pèse	2	7	56
Fer, pèse	2	5	10
Étain, pèse	2	3	48
Antimoine fondu, ei qni avait de petites cavités à sa surface, pèse	2	1	34
Zinc, pèse	2	1	2
Émeril, pèse	1	2	24 ½
Marbre blanc, pèse	1	0	25
Grès pnr, pèse	0	7	24
Marbre commnn de Montbard, pèse	0	7	20
Pierre calcaire dure ei grise de Montbard, pèse	0	7	20
Gypse blanc, improprement appelé *albâtre*, pèse	0	6	36
Pierre calcaire blanche, statuaire, de la carrière d'Anières, près de Dijon, pèse	0	6	36
Cristal de roche : il était un peu irop petii, et il y avait pinsieurs defauts ei quelques petites félures à sa surface; je présume que, sans cela, ii anrait pesé plus d'un gros de plus; il pèse	0	6	22
Verre commun, pèse	0	6	21
Terre glaise pure non cuite, mais très-sèche, pèse	0	6	16
Ocre, pèse	0	5	9
Porcelaine de M. le comte de Lauraguais, pèse	0	3	2 ½
Craie blanche, pèse	0	4	49
Pierre ponce avec plusieurs petites cavités à sa surface, pèse	0	1	69
Bois de cerisier, qui, quoique plus léger que le chêne et la plupart des autres bois, est celui de tous qui s'altère le moins au feu, pèse	0	1	35

Je dois avertir qu'il ne fant pas compter assez sur les poids rapportés dans cette table, pour en conclnre la pesanteur spécifique exacte de chaque matière; car, quelque précaution que j'aie prise pour rendre les globes égaux, comme il a fallu employer des ouvriers de différents métiers, les uns me les ont rendus trop gros et les autres trop petits. On a diminué ceux qui avaient plus d'nn pouce de diamètre; mais quelques-uns qui étaient un tant soit peu trop petits, comme ceux de cristal de roche, de verre et de porcelaine, sont demeurés tels qu'ils étaient : j'ai seulement rejeté ceux d'agate, de jaspe, de porphyre et de jade, qui étaient sensiblement

trop petits. Néanmoins ce degré de précision de grosseur, très-difficile à saisir, n'était pas absolument nécessaire, car il ne pouvait changer que très-peu le résultat de mes expériences.

Avant d'avoir commandé tous ces globes d'un pouce de diamètre, j'avais exposé à un même degré de feu une masse carrée de fer, et une autre de plomb de deux pouces dans toutes leurs dimensions, et j'avais trouvé par des essais réitérés, que le plomb s'échauffait plus vite et se refroidissait en beaucoup moins de temps que le fer. Je fis la même épreuve sur le cuivre rouge; il faut aussi plus de temps pour l'échauffer et pour le refroidir qu'il n'en faut pour le plomb, et moins que pour le fer. En sorte que, de ces trois matières, le fer me parut celle qui est la moins accessible à la chaleur, et en même temps celle qui la retient le plus longtemps. Ceci me fit connaître que la loi du progrès de la chaleur, c'est-à-dire de son entrée et de sa sortie dans les corps, n'était point du tout proportionnelle à leur densité, puisque le plomb, qui est plus dense que le fer et le cuivre, s'échauffe néanmoins et se refroidit en moins de temps que ces deux autres métaux. Comme cet objet me parut important, je fis faire mes petits globes, pour m'assurer plus exactement, sur un grand nombre de différentes matières, du progrès de la chaleur dans chacune. J'ai toujours placé les globes à un pouce de distance les uns des autres devant le même feu ou dans le même four, deux ou trois, ou quatre ou cinq, etc., ensemble pendant le même temps, avec un globe d'étain au milieu des autres. Dans la plupart des expériences, je les laissais exposés à la même action du feu, jusqu'à ce que le globe d'étain commençait à fondre, et, dans ce moment, on les enlevait tous ensemble, et on les posait sur une table, dans de petites cases préparées pour les recevoir; je les y laissais refroidir sans les bouger, en essayant assez souvent de les toucher, et au moment qu'ils commençaient à ne plus brûler les doigts, et que je pouvais les tenir dans ma main pendant une demi-seconde, je marquais le nombre des minutes qui s'étaient écoulées depuis qu'ils étaient retirés du feu: ensuite je les laissais tous refroidir au point de la température actuelle, dont je tâchais de juger par le moyen d'autres petits globes de même matière qui n'avaient pas été chauffés, et que je touchais en même temps que ceux qui se refroidissaient. De toutes les matières que j'ai mises à l'épreuve, il n'y a que le soufre qui fond à un moindre degré de chaleur que l'étain; et, malgré la mauvaise odeur de sa vapeur, je l'aurais pris pour terme de comparaison: mais, comme c'est une matière friable et qui se diminue par le frottement, j'ai préféré l'étain, quoiqu'il exige près du double de chaleur pour se fondre de celle qu'il faut pour fondre le soufre.

I.

Par une première expérience, le boulet de plomb et le boulet de cuivre, chauffés pendant le même temps, se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Plomb, en.	8	En.	23
Cuivre, en.	12	En.	35

II.

Ayant fait chauffer ensemble, au même feu, des boulets de fer, de cuivre, de plomb, d'étain, de grès et de marbre de Montbard, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en	6 ½	En.	16
Plomb, en.	8	En.	17
Grès, en.	9	En.	19
Marbre commun, en	10	En.	21
Cuivre, en.	11 ½	En.	30
Fer, en	13	En.	38

III.

Par une seconde expérience, à un feu plus ardent et au point d'avoir fondu le boulet d'étain, les cinq autres boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Plomb, en.	10 ½	En.	42
Grès, en.	12 ½	En.	46
Marbre commun, en	15 ½	En.	50
Cuivre, en.	19 ½	En.	51
Fer, en.	23 ½	En.	54

IV.

Par une troisième expérience, à un degré de feu moindre que le précédent, les mêmes boulets, avec un nouveau boulet d'étain, se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en.	7 ½	En.	25
Plomb, en.	9 ½	En.	55
Grès, en.	10 ½	En.	57
Marbre commun, en	12	En.	39
Cuivre, en.	14	En.	44
Fer, en	17	En.	50

De ces expériences, que j'ai faites avec autant de précision qu'il m'a été possible, on peut conclure :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir :: 53 ½ : 45, et au point de la température :: 142 : 125.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du premier refroidissement du marbre commun :: 53 ½ : 35 ½, et au point de leur refroidissement entier :: 142 : 110.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir :: 53 ½ : 32, et :: 142 : 102 ½ pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir :: 53 ½ : 27, et :: 142 : 94 ½ pour leur entier refroidissement.

V.

Comme il n'y avait que deux expériences pour la comparaison du fer à l'étain, j'ai voulu en faire une troisième, dans laquelle l'étain s'est refroidi à le tenir dans la main en huit minutes; et en entier, c'est-à-dire à la température, en trente-deux minutes; et le fer s'est refroidi à le tenir sur la main en dix-huit minutes, et refroidi en entier en quarante-huit minutes; au moyen de quoi la proportion trouvée par trois expériences est :

1° Pour le premier refroidissement du fer comparé à celui de l'étain :: 48 : 22, et :: 136 : 73 pour leur entier refroidissement.

2° Que les temps du refroidissement du cuivre sont à ceux du refroidissement du marbre commun :: 45 : 35 ½ pour le premier refroidissement, et :: 125 : 110 pour le refroidissement à la température.

3° Que les temps du refroidissement du cuivre sont à ceux du refroidissement du grès :: 45 : 33 pour le premier refroidissement, et :: 125 : 102 pour le refroidissement à la température actuelle.

4° Que les temps du refroidissement du cuivre sont à ceux du refroidissement du plomb :: 45 : 27 pour le premier refroidissement, et :: 125 : 94 ½ pour le refroidissement entier.

VI.

Comme il n'y avait, pour la comparaison du cuivre et de l'étain, que deux expériences, j'en ait fait une troisième, dans laquelle le cuivre s'est refroidi, à le tenir dans la main, en dix-huit minutes, et en entier en quarante-neuf minutes; et l'étain s'est refroidi au premier point en 8 ½ minutes, et au dernier en trente minutes; d'où l'on peut conclure:

1° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain au point de pouvoir les tenir :: 43 ½ : 22 ½, et :: 123 : 71 pour leur entier refroidissement.

2° On peut de même conclure des expériences précédentes que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir :: 36 ½ : 32, et :: 110 : 102 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 36 ½ : 28, et :: 110 : 94 ½ pour le refroidissement entier.

VII.

Comme il n'y avait, pour la comparaison du marbre commun et de l'étain, que deux expériences, j'en ai fait une troisième, dans laquelle l'étain s'est refroidi, à le tenir dans la main, en neuf minutes, et le marbre en onze minutes; et l'étain s'est refroidi en entier en 22 ½ minutes, et le marbre en trente-trois minutes. Ainsi les temps du refroidissement du marbre sont à ceux du refroidissement de l'étain :: 33 : 24 ½ pour le premier refroidissement, et :: 93 : 64 pour le second refroidissement.

VIII.

Comme il n'y avait que deux expériences pour la comparaison du grès et du plomb avec l'étain, j'en ai fait une troisième en faisant chauffer ensemble ces trois boulets de grès, de plomb et d'étain, qui se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en.	7 ½	En.	25
Plomb, en.	8 ½	En.	27
Grès, en.	10 ½	En.	28

Ainsi on peut conclure:

1° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 25 ½ : 21 ½, et :: 79 ½ : 64 pour le refroidissement entier.

2° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 30 : 21 ½, et :: 84 : 64 pour leur entier refroidissement.

3° De même on peut conclure, par les quatre expériences précédentes, que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 42 ½ : 35 ½, et :: 130 : 121 ½ pour leur entier refroidissement.

IX.

Dans un four chauffé au point de fondre l'étain, quoique toute la braise et les cendres en eussent été retirées, j'ai fait placer sur un support de fer-blanc, traversé de fil de fer, cinq boulets éloignés les uns des autres d'environ neuf lignes, après quoi on a fermé le four; et les ayant retirés ou bout de quinze minutes, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain fondu par sa partie d'en bas, en.	8	En.	24
Argent, en	14	En.	40
Or, en.	15	En.	46
Cuivre, en.	16 ½	En.	50
Fer, en	18	En.	56

X.

Dans le même four, mais à un moindre degré de chaleur, les mêmes boulets, avec un autre boulet d'étain, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en.	7	En.	29
Argent, en.	11	En.	31
Or, en.	12 ½	En.	40
Cuivre, en.	14	En.	43
Fer, en.	16 ½	En.	47

XI.

Dans le même four, et à un degré de chaleur encore moindre, les mêmes boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en	6	En.	17
Argent, en.	9	En.	26
Or, en.	9 ½	En.	28
Cuivre, en.	10	En.	31
Fer, en	11	En.	33

On doit conclure de ces expériences :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir :: 11 + 16 ½ + 18 : 10 + 14 + 16 ½, ou :: 45 ½ : 40 ½ par les trois expériences présentes; et comme ce rapport a été trouvé par les expériences précédentes (*art.* 4) :: 53 ½ : 45, on aura, en ajoutant ces temps, 99 à 85 ½ pour le rapport encore plus précis du premier refroidissement du fer et du cuivre, et pour le second, c'est-à-dire pour le refroidissement entier, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 35 + 47 + 56 : 31 + 43 + 50 ou :: 138 : 124, et :: 142 : 125 par les expériences précédentes (*art.* 4), on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 249 pour le rapport encore plus précis du refroidissement entier du fer et du cuivre.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 45 ½ : 37, et au point de la température :: 138 : 114.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 45 ½ : 34, et au point de la température :: 138 : 97.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 45 ½ : 21 par les présentes expériences, et :: 24 : 11 par les expériences précédentes (*art.* 5). Ainsi, l'on aura, en ajoutant ces temps, 69 ½ à 32 pour le rapport encore plus précis de leur refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 138 : 61, et par les expériences précédentes (*art.* 5) :: 136 : 73, on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 134 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'étain.

5° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 40 ½ : 37, et :: 124 : 114 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'argent, au

point de pouvoir les tenir : : 40 $\frac{1}{2}$: 34, et : : 124 : 97 pour leur refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 40 $\frac{1}{2}$: 21 par les présentes expériences, et : : 43 $\frac{1}{2}$: 22 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 6). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 84 à 43 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 124 : 61, et : : 123 : 71 par les expériences précédentes (*art.* 6), on aura en ajoutant ces temps, 247 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et de l'étain.

8° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 37 : 34, et : : 114 : 97 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 37 : 21, et : : 114 : 61 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 34 : 21, et : : 97 : 61 pour leur entier refroidissement.

XII.

Ayant mis dans le même four cinq boulets, placés de même, et séparés les uns des autres, leur refroidissement s'est fait dans les proportions suivantes :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Antimoine, en. . . . 6 $\frac{1}{3}$	En. 23
Bismuth, en. 7	En. 26
Plomb, en. 8	En. 27
Zinc, en. . . . . . . 10 $\frac{2}{3}$	En. 30
Émeril, en. . . . . . 11 $\frac{1}{3}$	En. 38

XIII.

Ayant répété cette expérience avec un degré de chaleur plus fort, et auquel l'étain et le bismuth se sont fondus, les autres boulets se sont refroidis dans la progression suivante :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Antimoine, en. . . . 7 $\frac{1}{7}$	En. 28
Plomb, en. . . . . . 9 $\frac{1}{2}$	En. 39
Zinc, en. 14	En. 44
Emeril, en. 16	En. 50

XIV.

On a placé dans le même four et de la même manière un autre boulet de bismuth, avec six autres boulets, qui se sont refroidis dans la progression suivante :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Antimoine, en. . . . 6	En. 23
Bismuth, en. 6	En. 25
Plomb, en. . . . . . 7 $\frac{1}{2}$	En. 28
Argent, en. . . . . . 9 $\frac{1}{3}$	En. 30
Zinc, en. . . . . . . 10 $\frac{1}{3}$	En. 32
Or, en. 11	En. 32
Éméril, en. . . . . . 13 $\frac{2}{3}$	En. 39

XV.

Ayant répété cette expérience avec les sept mêmes boulets, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Antimoine, en. . . . 6 $\frac{1}{3}$	En. 23
Bismuth, en. . . . . 7 $\frac{2}{3}$	En. 31
Plomb, en. . . . . . 7 $\frac{2}{3}$	En. 29
Argent, en. . . . . . 11 $\frac{1}{3}$	En. 32
Zinc, en. . . . . . . 13 $\frac{1}{2}$	En. 38
Or, en. 14	En. 41
Emeril, en. 13	En. 44

Toutes ces expériences ont été faites avec soin, et en présence de deux ou trois personnes, qui ont jugé comme moi par le tact, et en serrant dans la main pendant une demi-seconde les différents boulets. Ainsi l'on doit en conclure :

1° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 28 $\frac{1}{2}$: 25, et : : 83 : 73 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les toucher : : 56 : 48 $\frac{1}{2}$, et : : 171 : 144 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 28 $\frac{1}{2}$: 21, et : : 83 : 62 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir : : 56 : 32 $\frac{1}{2}$, et : : 171 : 123 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : 40 : 20 $\frac{1}{2}$, et : : 121 : 80 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de l'antimoine,

au point de pouvoir les tenir : : 56 : 26 ½, et à la température : : 171 : 99.

7° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir : : 25 : 24, et : : 73 : 70 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 21 par les présentes expériences, et : : 37 : 34 par les expériences précédentes (*art* 11). Ainsi l'on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 55 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et, pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 73 : 62, et : : 114 : 97 par les expériences précédentes (*art* 11), on aura en ajoutant ces temps, 187 à 159 pour le rapport plus précis de leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 15, et : : 73 : 57 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 13 ½, et : : 73 : 56 pour leur entier refroidissement.

11° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 25 : 12 ½, et : : 73 : 46 pour leur entier refroidissement.

12° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 24 : 21, et : : 70 : 62 pour leur entier refroidissement.

13° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 48 ½ : : 32 ½, et : : 144 : 123 pour leur entier refroidissement.

14° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 34 ½ : 20 ½, et : : 100 : 80 pour leur entier refroidissement.

15° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 48 ½ : 26 ½, et à la température : : 144 : 99.

16° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 21 : 13 ½, et : : 62 : 56 pour leur entier refroidissement.

17° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 21 : 12 ½, et : : 62 : 46 pour leur entier refroidissement.

18° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : 23 : 20 ½, et : : 84 : 80 pour leur entier refroidissement.

19° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les toucher : : 32 ½ : 26 ½, et à la température : : 123 : 99.

20° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 20 ½ : 19, et : : 80 : 71 pour leur entier refroidissement.

Je dois observer qu'en général, dans toutes ces expériences, les premiers rapports sont bien plus justes que les derniers, parce qu'il est difficile de juger du refroidissement jusqu'à la température actuelle, et que cette température étant variable, les résultats doivent varier aussi; au lieu que le point du premier refroidissement peut être saisi assez juste par la sensation que produit sur la même main la chaleur du boulet, lorsqu'on peut le tenir ou le toucher pendant une demi-seconde.

XVI.

Comme il n'y avait que deux expériences pour la comparaison de l'or avec l'émeril, le zinc, le plomb, le bismuth et l'antimoine; que le bismuth s'était fondu en entier, et que le plomb et l'antimoine étaient fort endommagés, je me suis servi d'autres boulets de bismuth, d'antimoine et de plomb, et j'ai fait une troisième expérience, en mettant ensemble dans le même four bien chauffé ces six boulets : ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Antimoine, en. . . .	7	En.	27
Bismuth, en.	8	En.	29
Plomb, en.	9	En.	33
Zinc, en.	12	En.	37
Or, en.	13	En.	42
Émeril, en.	13 ½	En.	48

D'où l'on doit conclure, ainsi que des *expériences* 14 et 15, 1° que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 44 : 38, et au point de la température : : 131 : 115.

2° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du zinc, au

point de pouvoir les tenir :: 15 ½ : 12. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*art.* 15) étant :: 56 : 48 ½, on aura, en ajoutant ces temps, 71 ½ à 60 ½ pour leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport trouvé par l'expérience présente étant :: 48 : 37, et par les expériences précédentes (*art.* 15) :: 171 : 144; ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 239 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'éméril et du zinc.

3° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 15 ½ : 9. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*art.* 15) étant :: 56 : 32 ½, ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 71 ½ à 41 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience précédente étant :: 48 : 33, et par les expériences précédentes (*art.* 15) :: 171 : 123, on aura, en ajoutant ces temps, 239 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'éméril et du plomb.

4° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 15 ½ : 8, et par les expériences précédentes (*art.* 15), :: 40 : 20 ½. Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 ½ à 28 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 48 : 29, et :: 121 : 80 par les experiences précédentes (*art.* 15), on aura, en ajoutant ces temps, 169 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'éméril et du bismuth.

5° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 15 ½ : 7. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*art.* 15), étant :: 56 : 26 ½, on aura, en ajoutant ces temps, 71 ½ à 33 ½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 48 : 27, et :: 171 : 99 par les expériences précédentes (*art.* 15), on aura, en ajoutant ces temps, 219 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'éméril et de l'antimoine.

6° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les tenir :: 38 : 36, et :: 115 : 107 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de les toucher :: 38 : 24, et à la température :: 115 : 90.

8° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 38 : 21 ½, et à la température :: 115 : 85.

9° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les toucher :: 38 : 19 ½, et à la température :: 115 : 69.

10° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 12 : 9. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*art.* 15) étant :: 48 ½ : 32 ½, on aura, en ajoutant ces temps, 60 ½, à 41 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 37 : 33, et par les expériences précédentes (*art.* 15) :: 144 : 123, on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du plomb.

11° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les toucher :: 12 : 8 par la présente expérience. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*art.* 15) étant :: 34 ½ : 20 ½; en ajoutant ces temps, on aura 46 ½ à 28 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 37 : 29, et par les expériences précédentes (*art.* 15) :: 100 : 80, on aura, en ajoutant ces temps, 137 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du bismuth.

12° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, pour pouvoir les tenir :: 12 : 7 par la présente expérience. Mais, comme le rapport trouvé par les expériences précédentes (*art.* 15) est :: 48 ½ : 26 ½, on aura, en ajoutant ces temps, 60 ½ à 33 ½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 37 : 27, et :: 144 . 99 par les expériences précédentes (*art.* 15), on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 126 pour le rapport plus précis de l'en-

tier refroidissement du zinc et de l'antimoine.

t3° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 9 : 8 par l'expérience présente, et :: 23 : 20 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* t5). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 32 à 28 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 33 : 29 et :: 84 : 80 par les expériences précédentes (*art.* 15), on aura, en ajoutant ces temps, 117 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et du bismuth.

t4° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 9 : 7 par la présente expérience, et :: 32 $\frac{1}{2}$: 26 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 15). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 4t $\frac{1}{2}$ à 33 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 33 : 27, et :: t23 : 99 par les expériences précédentes (*art.* 15), on aura, en ajoutant ces temps, t56 à t26 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de l'antimoine.

15° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 8 : 7 par l'expérience présente, et :: 20 $\frac{1}{2}$: t9 par les expériences précédentes (*art.* 15). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 28 $\frac{1}{2}$ à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 29 : 27, et :: 80 : 71 par les expériences précédentes (*art.* 15), on aura, en ajoutant ces temps, t09 à 98 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth et de l'antimoine.

XVII

Comme il n'y avait de même que deux expériences pour la comparaison de l'argent avec l'éméril, le zinc, le plomb, le bismuth et l'antimoine, j'en ai fait une troisième, en mettant dans le même four, qui s'était un peu refroidi, les six boulets ensemble; et, après les avoir tirés tous en même temps, comme on l'a toujours fait, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes
Antimoine, en. . . . 6	En. 29
Bismuth, en. 7	En. 51
Plomb, en. . . . . . 8 $\frac{1}{2}$	En. 54
Argent, en. . . . . . 11 $\frac{1}{2}$	En. 56
Zinc, en. . . . . . . 12 $\frac{1}{2}$	En. 59
Éméril, en. . . . . . 15 $\frac{1}{2}$	En. 47

On doit conclure de cette expérience et de celles des *articles* 14 et 15 :

t° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir, par l'expérience présente :: t5 $\frac{1}{2}$: t2 $\frac{1}{2}$, et :: 71 $\frac{1}{2}$: 60 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 16). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 73 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 39, et par les expériences précédentes (*art.* 16) :: 239 : 181, on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 220 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'éméril et du zinc.

2° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de l'argent :: 44 : 32 $\frac{1}{2}$ au point de les tenir, et :: 130 : 98 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 15 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{4}$ par l'expérience présente, et :: 71 $\frac{1}{2}$: 41 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 16). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 49 $\frac{3}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 34, et :. 239 : 156 par les expériences précédentes (*art.* 16), on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 190 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'éméril et du plomb.

4° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$: 7, par l'expérience présente, et :: 55 $\frac{1}{2}$: 28 par les expériences précédentes (*art.* 16). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 35 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement, et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 3t, et :: 169 : t09 par les expériences précédentes (*art.* 16), on aura, en ajoutant ces temps, 216 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'éméril et du bismuth.

5° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 15½ : 6 par l'expérience présence, et :: 71 ½ : 33 ½ par les expériences précédentes (*art.* 16). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 87 à 39 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 29, et par les expériences précédentes (*art.* 16) :: 219 : 126, on aura, en ajoutant ces temps, 266 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'éméril et de l'antimoine.

6° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'argent; au point de pouvoir les tenir :: 36 ½ : 32 ½, et :: 109 : 98 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 12 ½ : 8 ¾ par l'expérience présente, et :: 60 ½ : 41 ½ par les expériences précédentes (*art.* 16). Ainsi on aura en ajoutant ces temps, 73 à 43 ⅗ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 39 : 33, et par les expériences précédentes (*art.* 16) :: 181 : 156, on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 189 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du plomb.

8° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 12 ½ : 7 par la présente expérience, et :: 46 ½ : 28 ½ par les expériences précédentes (*art.* 16). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 35 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 39 : 31, et :: 137 : 109 par les expériences précédentes (*art.* 16), on aura, en ajoutant ces temps, 176 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du bismuth.

9° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 12 ½ : 6 par la présente expérience, et :: 60 ½ : 33 ½ par les expériences précédentes (*art.* 16). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps. 75 à 39 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport trouvé par l'expérience présente étant :: 39 : 29, et :: 181 : 126 par les expériences précédentes (*art.* 16), on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'antimoine.

10° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 32 ½ : 28 ¼, et :: 98 : 90 pour leur entier refroidissement.

11° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir :: 32 ½ : 20 ½, et :: 98 : 87 pour leur entier refroidissement.

12° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 32 ½ : 18 ½, et :: 98 : 75 pour leur entier refroidissement.

13° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir :: 8 ¼ : 7 par la présente expérience, et :: 32 : 28 ½ par les expériences précédentes (*art.* 16). On aura, en ajoutant ces temps, 40 ¼ à 35 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 34 : 31, et :: 117 : 109 par les expériences précédentes (*art.* 16), on aura, en ajoutant ces temps, 141 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et du bismuth.

14° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 8 ¼ : 6 par l'expérience présente, et par les expériences précédentes (*art.* 16) :: 41 ½ : 33 ½. Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 49 ¾ à 39 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 34 : 29, et :: 156 : 126 par les expériences précédentes (*art.* 16), on aura, en ajoutant ces temps, 190 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de l'antimoine.

15° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 7 : 6 par la présente expérience, et :: 28 ½ : 26 par les expériences précédentes (*art.* 16). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 35 ½ à 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 31 : 29, et :: 109 : 98 par

les expériences précédentes (*art.* 16), on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 127 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth et de l'antimoine.

XVIII.

On a mis dans le même four un boulet de verre, un nouveau boulet d'étain, un de cuivre et un de fer, pour en faire une première comparaison ; ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en	8	En	27
Verre, en	8 ½	En	22
Cuivre, en	14	En	42
Fer, en	16	En	50

XIX.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en	7 ½	En	21
Verre, en	8	En	25
Cuivre, en	12	En	36
Fer, en	15	En	47

XX.

Par une troisième expérience, les boulets chauffés pendant un plus long temps, mais à une chaleur un peu moindre, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en	8 ½	En	22
Verre, en	9	En	24
Cuivre, en	13	En	43
Fer, en	17	En	46

XXI.

Par une quatrième expérience répétée, les mêmes boulets chauffés à un feu plus ardent, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en	8 ½	En	25
Verre, en	9	En	25
Cuivre, en	11 ½	En	35
Fer, en	14	En	45

Il résulte de ces expériences répétées quatre fois :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir :: 62 : 52 ½ par les présentes expériences, et :: 99 : 85 ½ par les expériences précédentes (*art.* 11). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 161 à 138 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 186 : 156, et par les expériences précédentes (*art.* 11) :: 280 : 249, on aura, en ajoutant ces temps, 466 à 405 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du cuivre.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 62 : 34½, et :: 186 : 97 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 62 : 32½ par les présentes expériences, et :: 69 ½ : 32 par les expériences précédentes (*art.* 11). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 131 ½ à 64 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 186 : 92, et :: 274 : 134 par les expériences précédentes (*art.* 11), on aura, en ajoutant ces temps, 460 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'étain.

4° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : 51 ½ : 34 ½, et :: 157 : 97 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 52 ½ : 32 ½ par les expériences présentes, et :: 84 : 43 ½ par les expériences précédentes (*art.* 11). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 136 ½ à 76 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 157 : 92, et par les expériences précédentes (*art.* 11) :: 247 : 132, on aura, en ajoutant ces temps, 304 à 224 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et de l'étain.

6° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 24 ½ : 32 ½, et :: 97 : 92 pour leur entier refroidissement.

XXII.

On a fait chauffer ensemble les boulets d'or, de verre, de porcelaine, de gypse et de grès ; ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	5	En.	14
Porcelaine, en. . . .	8 ½	En.	25
Verre, en.	9	En.	26
Grès, en.	10	En.	32
Or, en.	14 ½	En.	45

XXIII.

La même expérience répétée sur les mêmes boulets, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	4	En.	15
Porcelaine, en. . . .	7	En.	22
Verre, en	9 ½	En.	24
Grès, en.	9 ½	En.	35
Or, en.	13 ½	En.	41

XXIV.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	2 ½	En.	12
Porcelaine, en. . . .	5 ½	En.	19
Verre, en.	8 ½	En.	20
Grès, en.	8 ½	En.	25
Or, en.	10	En.	32

Il résulte de ces trois expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir :: 38 : 28, et :: 118 : 90 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 38 : 27, et :: 118 : 70 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir :: 38 : 21, et :: 118 : 66 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 38 : 12½, et :: 118 : 39 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 28½ : 27, et :: 90 : 70 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir :: 28½ : 21, et :: 90 : 66 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 28½ : 12½, et :: 90 : 39 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir :: 27 : 21, et :: 70 : 66 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 27 : 12½, et :: 70 : 39 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de la porcelaine est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 21 : 12½, et :: 66 : 39 pour leur entier refroidissement.

XXV.

On a fait chauffer de même les boulets d'argent, de marbre commun, de pierre dure, de marbre blanc et de pierre calcaire tendre d'Anières, près de Dijon.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Pierre calcaire tendre, en.	8	En.	25
Pierre dure, en. . .	10	En.	34
Marbre commun, en	11	En.	35
Marbre blanc, en. .	12	En.	36
Argent, en.	13 ½	En.	40

XXVI.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Pierre calcaire tendre, en.	9	En.	27
Pierre calcaire dure, en.	11	En.	37
Marbre commun, en	13	En.	40
Marbre blanc, en. . .	14	En.	40
Argent, en.	16	En.	45

XXVII.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Pierre calcaire tendre, en.	9	En.	26
Pierre calcaire dure, en.	10 ½	En.	36
Marbre commun, en	12 ½	En.	38
Marbre blanc, en. .	13 ½	En.	39
Argent, en	16	En.	42

Il résulte de ces trois expériences :

1° Que le temps dn refroidissement de l'argent est à ceini du refroidissement du marbre blanc, au paint de ies tenir :: $45\frac{1}{2} : 39\frac{1}{2}$, et :: 125 : 115 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refraidissement de l'argent est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de ies tenir :: $45\frac{1}{2} : 36$, et :: 125 : 113 pour lenr entier refroidissement.

3° Que ie temps du refraidissement de l'argent est à celui du refroidissement de ia pierre dure, au point de ies tenir :: $45\frac{1}{2} : 31\frac{1}{2}$, et :: 125 : 107 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de ia pierre tendre, au point de ies tenir :: $45\frac{1}{2}$: 26, et :: 125 : 78 pour ieur entier refroidissement.

5° Que le temps du refraidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commnn, au point de ies tenir :: $39\frac{1}{2}$: 36, et :: 115 : 113 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps dn refroidissement du marbre bianc est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de ies tenir :: $39\frac{1}{2} : 31\frac{1}{2}$, et :: 115 : 107 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à ceiui du refroidissement de la pierre tendre, au point de ies tenir :: $39\frac{1}{2}$: 26, et :: 115 : 78 pour leur entier refraidissement.

8° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre durc, au poiat de ies tenir :: 36 : $31\frac{1}{2}$, et :: 113 : 109 pour ieur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à ceiui du refroidissement de ia pierre tendre, au point de les tenir :: 36 : 26, et :: 113 : 78 pour leur cntier refraidissement.

10° Que ie temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de ia pierre tendre, au point de les tenir :: $31\frac{1}{2}$: 26, et :: 107 : 78 pour leur entier refroidissement.

XXVIII.

On a mis dans le même four bien chauffé des boulets d'or, de marbre blanc, de marbre commnn, de pierre dure et de pierre tendre ; ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la températur actuelle.*	minutes
Pierre calcaire tendre, en	9	En.	29
Marbre commun, en.	$11\frac{1}{2}$	En.	35
Pierre dure, en. . .	$11\frac{1}{2}$	En.	35
Marbre blanc, en. . .	13	En.	35
Or, en.	$15\frac{1}{2}$	En.	45

XXIX.

La même expérience répétée à une moindre chaieur, ies boulets se sant refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Pierre calcaire tendre, en.	6	En.	19
Pierre dure, en . . .	8	En.	25
Marbre commun, en.	$9\frac{1}{2}$	En.	26
Marbre bianc, en. .	10	En.	29
Or, en.	12	En.	37

XXX.

La même expérience répétée une troisième fais, les boniets chauffés à un fen pins ardent, iis se sant refraidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Pierre tendre, en. .	7	En.	20
Pierre dure, en. . .	8	En.	24
Marbre commun, en.	$8\frac{1}{2}$	En.	20
Marbre blanc, en. .	9	En.	28
Or, en.	12	En.	35

Il résuite de ces trois expériences :

1° Que ie temps du refroidissement de l'or est à celui du refraidissement du marbre blanc, au paint de ies tenir :: $39\frac{1}{2}$: 32, et :: 117 : 92 pour leur entier refroidissement.

2° Que ie temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du marbre cammun, au point de ies tenir :: $39\frac{1}{2} : 29\frac{1}{2}$, et :: 117 : 87 pour leur entier refroidissement.

3° Que ie temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: $39\frac{1}{2} : 27\frac{1}{2}$, et :: 117 : 86 pour leur entier refroidissement.

4° Que ie temps du refraidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: $39\frac{1}{2}$: 22, et :: 117 : 68 pour ieur cntier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir :: 32 : 29, et :: 92 : 87 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 32 : 27 ½, et :: 92 : 84 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 32 : 22, et :: 92 : 68 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 29 : 27 ½, et :: 87 : 84 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 29 : 22, et :: 87 : 68 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 27 ½ : 22, et :: 84 : 68 pour leur entier refroidissement.

XXXI.

On a mis dans le même four les boulets d'argent, de grès, de verre, de porcelaine et de gypse ; ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	5	En.	14
Porcelaine, en. . . .	6 ½	En.	17
Verre, en	8 ½	En.	20
Grès, en.	9	En.	27
Argent, en.	12 ½	En.	55

XXXII.

La même expérience répétée, et les boulets chauffés à une chaleur moindre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	5	En.	15
Porcelaine, en. . . .	7	En.	19
Verre, en.	8 ½	En.	22
Grès, en.	9 ½	En.	26
Argent, en.	12	En.	34

XXXIII.

La même expérience répétée une troisième fois, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	5	En.	12
Porcelaine, en. . . .	6	En.	17
Verre, en	7 ½	En.	20
Grès, ...	8	En.	27
Argent, en.	11 ½	En.	34

Il résulte de ces trois expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir :: 36 : 26 ½, et :: 103 : 80 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 36 : 25, et :: 103 : 62 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir :: 36 : 20, et :: 103 : 54 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 36 : 9, et :: 103 : 39 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 26 ½ : 25 par les expériences présentes, et :: 28 ½ : 27 par les expériences précédentes (*art.* 24). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, cinquante-cinq à cinquante-deux pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 80 : 62, et :: 90 : 70 par les expériences précédentes (*art.* 24), on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du verre.

6° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir :: 26 ½ : 19 ½ par les présentes expériences, et :: 28 ½ : 21 par les expériences précédentes (*art.* 24). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 40 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 80 : 54, et :: 90 : 66 par les précédentes expériences (*art.* 24), on aura, en ajoutant ces temps, cent soixante-dix à cent vingt pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et de la porcelaine.

7° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 26 ½ : 9 par les expériences présentes, et :: 28 ½ : 19 ½ par les expériences précédentes (*art.* 24). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 21 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par la présente ex-

périence étant :: 80 : 39, et :: 90 : 39 par les expériences précédentes (*art.* 24), on aura, en ajoutant ces temps, cent soixante-dix à soixante-dix-huit pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du gypse.

8° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir :: 25 : 19 par les présentes expériences, et :: 27 : 21 par les expériences précédentes (*art.* 24). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 52 à 40 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 62 : 51, et :: 70 : 66 par les expériences précédentes (*art.* 24), on aura, en ajoutant ces temps, cent trente-deux à cent dix-sept pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de la porcelaine.

9° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 25 : 9 par les présentes expériences, et .: 27 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 24). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 52 à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 62 : 39, et :: 70 : 39 par les expériences précédentes (*art.* 24), on aura, en ajoutant ces temps, cent trente-deux à soixante-dix-huit pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et du gypse.

10° Que le temps du refroidissement de la porcelaine est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 19 $\frac{1}{2}$: 9 par les présentes expériences, et :: 21 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 24). Ainsi on aura, en ajoutant à ces temps, 40 $\frac{1}{2}$ à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 54 : 39, et par les expériences précédentes (*art.* 24) :: 66 : 39, ou aura, en ajoutant ces temps, cent vingt à soixante-dix-huit pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la porcelaine et du gypse.

XXXIV.

On a mis dans le même four les boulets d'or, de craie blanche, d'ocre et de glaise; ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Craie, en.	6	En.	15
Ocre, en.	6 $\frac{1}{2}$	En.	16
Glaise, en.	7	En.	18
Or, en.	12	En.	36

XXXV.

La même expérience répétée avec les mêmes boulets et un boulet de plomb, leur refroidissement s'est fait dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Craie, en	4	En.	11
Ocre, en.	5	En.	13
Glaise, en.	5 $\frac{1}{2}$	En.	15
Plomb, en.	7	En.	18
Or, en.	9 $\frac{1}{2}$	En.	29

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 9 $\frac{1}{2}$: 7 par l'expérience présente, et :: 38 : 24 par les expériences précédentes (*art.* 16). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 47 $\frac{1}{2}$ à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 29 : 18, et :: 115 : 90 par les expériences précédentes (*art.* 16), on aura, en ajoutant ces temps, cent quarante-quatre à cent huit pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et du plomb.

2° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: 21 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$, et :: 65 : 33 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 21 : $\frac{1}{2}$ 11 $\frac{1}{2}$, et :: 65 : 29 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 21 $\frac{1}{2}$: 10, et :: 65 : 26 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir :: 7 : 5 $\frac{1}{2}$, et :: 18 : 15 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 7 : 5, et :: 18 : 13 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du plomb

est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 7 : 4, et :: 18 : 11 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir, :: $12\frac{1}{2}$: $11\frac{1}{2}$, et :: 33 : 29 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: $12\frac{1}{2}$: 10, et :: 33 : 26 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: $11\frac{1}{2}$: 10, et :: 29 : 26 pour leur entier refroidissement.

XXXVI.

On a mis dans le même four les boulets de fer, d'argent, de gypse, de pierre ponce et de bois, mais à un degré de chaleur moindre, pour ne point faire brûler le bois; et ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Pierre ponce, en. . .	2	En.	5
Bois, en.	2	En.	6
Gypse, en.	$2\frac{1}{2}$	En.	11
Argent, ne.	10	En.	35
Fer, en	13	En.	40

XXXVII.

La même expérience répétée à une moindre chaleur, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Pierre ponce, en. . .	$1\frac{1}{2}$	En.	4
Bois, en.	2	En.	5
Gypse, en.	$2\frac{1}{2}$	En.	9
Argent, en	7	En.	24
Fer, en.	$8\frac{1}{2}$	En.	31

Il résulte de ces expériences :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir, :: $21\frac{1}{2}$: 17 par les présentes expériences, et :: $45\frac{1}{2}$: 34 par les expériences précédentes (*art.* 11). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, soixante-sept à cinquante-un pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 71 : 59 et :: 138 : 97 par les expériences précédentes (*art.* 11), on aura, en ajoutant ces temps, deux cent neuf à cent cinquante-six pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'argent;

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir :: $21\frac{1}{2}$: 5, et :: 71 : 20 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir, :: $21\frac{1}{2}$: 4, et :: 71 : 11 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la pierre ponce, au point de les tenir, :: $21\frac{1}{2}$: $3\frac{1}{2}$, et :: 71 : 9 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 17 : 5, et :: 59 : 30 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir, :: 17 : 4, et :: 59 : 11 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir, :: 17 : $3\frac{1}{2}$, et :: 59 : 9 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du gypse est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir, :: 5 : 4, et :: 20 : 11 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement du gypse est à celui du refroidissement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir, :: 5 : $3\frac{1}{2}$, et :: 20 : 9 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement du bois est à celui du refroidissement de la pierre ponce, au point de les tenir, :: 4 : $3\frac{1}{2}$, et :: 11 : 9 pour leur entier refroidissement.

XXXVIII.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets d'or, d'argent, de pierre tendre et de gypse, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	$4\frac{1}{2}$	En.	14
Pierre tendre, en. .	12	En.	27
Argent, en	16	En.	42
Or, en.	18	En.	47

Il résulte de cette expérience :

1° Que le temps du refroidissement de l'or est

à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir, :: 18 : 16 par l'expérience présente, et :: 62 : 55 par les expériences précédentes (*art.* 15). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 98 à 71 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 35 : 42, et :: 187 : 159 par les expériences précédentes (*art.* 15), on aura, en ajoutant ces temps, 234 à 201 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de l'argent.

2° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 18 : 12, et :: 39 ½ : 23 par les expériences précédentes (*art.* 30). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 57 ½ à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 27; et par les expériences précédentes (*art.* 30) :: 117 : 68, on aura, en ajoutant ces temps, 164 à 95 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de la pierre tendre.

3° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 18 : 4 ½, et :: 38 : 12 ½ par les expériences précédentes (*art.* 24). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 17 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 47 : 14, et :: 118 : 39 par les expériences précédentes (*art.* 24), on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 53 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir, :: 16 : 12 par la présente expérience, et :: 45 ½ : 26 par les expériences précédentes (*art.* 27). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 61 ½ à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 42 : 27, et :: 125 : 78 par les expériences précédentes (*art.* 27), on aura, en ajoutant ces temps, 167 à 105 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent et de la pierre tendre.

5° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 16 : 4 ½ par la présente expérience, et :: 17 : 5 par les expériences précédentes (*art.* 36). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 33 à 9 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 42 : 14, et :: 59 : 20 par les expériences précédentes (*art.* 36), on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 34 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent et du gypse.

6° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 12 : 4 ½, et :: 72 : 14 pour leur entier refroidissement.

XXXIX.

Ayant fait chauffer pendant vingt minutes, c'est-à-dire pendant un temps à peu près double de celui qu'on tenait ordinairement les boulets au feu, qui était communément de dix minutes, les boulets de fer, de cuivre, de verre, de plomb et d'étain, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Étain, en.	10	En.	25
Plomb, en.	11	En.	30
Verre, en.	12	En.	35
Cuivre, en.	16 ½	En.	44
Fer, en	20 ½	En.	50

Il résulte de cette expérience, qui a été faite avec la plus grande précaution :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir, :: 20 ½ : 16 ½ par la présente expérience, et :: 161 : 138 par les expériences précédentes (*art.* 21). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 181 ½ à 154 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 50 : 44, et :: 466 : 405 par les expériences précédentes (*art.* 21), on aura, en ajoutant ces temps, 516 à 449 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du cuivre.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du verre, au point de pouvoir les tenir, :: 20 ½ : 12 par l'expérience précédente, et :: 62 : 35 ½ par les expériences précédentes (*art.* 21). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 82 ½ à 46 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et

pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 50 : 35, et :: 186 : 97 par les expériences précédentes (*art.* 21), on aura, en ajoutant ces temps, 236 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du verre.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 20 ½ : 11 par la présente expérience, et :: 53 ½ : 27 par les expériences précédentes (*art.* 4). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 74 à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 50 : 30, et :: 142 : 94 ½ par les expériences précédentes (*art.* 4), on aura, en ajoutant ces temps, 192 à 124 ½ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du plomb.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir, :: 20 ½ : 10, et :: 131 : 64 ½ par les expériences précédentes (*art.* 21). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 152 à 74 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 50 : 25, et :: 460 : 226 par les expériences précédentes (*art.* 21), on aura, en ajoutant ces temps, 510 à 251 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'étain.

5° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du verre, au point de pouvoir les tenir, :: 16 ½ : 12 par la présente expérience, et :: 52½ : 34 ½ par les expériences précédentes (*art.* 21). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 46 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 44 : 35, et :: 157 : 97 par les expériences précédentes (*art.* 21), on aura, en ajoutant ces temps, 201 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et du verre.

6° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 16 ½ : 11 par la présente expérience, et :: 45 : 27 par les expériences précédentes (*art.* 5). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 61 ½ à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 44 : 30, et :: 125 : 94 ½ par les expériences précédentes (*art.* 5), on aura, en ajoutant ces temps, 169 à 124 ½ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et du plomb.

7° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 16 ½ : 10 par l'expérience présente, et :: 136 ½ : 76 par les expériences précédentes (*art.* 21). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 153 à 86 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 44 : 25, et :: 304 : 224 par les expériences précédentes (*art.* 21), on aura, en ajoutant ces temps, 348 à 249 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et de l'étain.

8° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 12 : 11, et :: 35 : 30 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 12 : 10 par la présente expérience, et :: 34 ½ : 32 ½ par les expériences précédentes (*art.* 21). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 46 à 42 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience étant :: 35 : 25, et :: 97 : 92 par les expériences précédentes (*art.* 21), on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de l'étain.

10° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 11 : 10 par la présente expérience, et :: 25 ½ : 21 ½ par les expériences précédentes (*art.* 8). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 36 ½ à 31 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 30 : 25, et :: 79 ½ : 64 par les expériences précédentes (*art.* 8), on aura, en ajoutant ces temps, 109 ½ à 89 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de l'étain.

XL.

Ayant mis chauffer ensemble les boulets de cuivre, de zinc, de bismuth, d'étain et d'an-

timoine, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Antimoine, en. . . .	8	En.	24
Bismuth, en.	8	En.	25
Étain, en.	8 ½	En.	25
Zinc, en.	12	En.	30
Cuivre, en.	14	En.	40

XLI.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Antimoine, en. . . .	8	En.	23
Bismuth, en.	8	En.	24
Étain, en.	9 ½	En.	25
Zinc, en.	12	En.	38
Cuivre, en.	14	En.	40

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir :: 28 : 24, et :: 80 : 68 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 28 : 18 par les présentes expériences, et :: 153 : 86 par les expériences précédentes (*art.* 39). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 104 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 80 : 47, et par les expériences précédentes (*art.* 39) :: 348 : 249, on aura, en ajoutant ces temps, 428 à 296 pour le rapport plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et de l'étain.

3° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 28 : 16, et :: 80 : 47 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 28 : 16, et :: 80 : 47 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 24 : 18, et :: 68 : 47 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 24 : 16 par les présentes expériences, et :: 73 : 39 ½ par les expériences précédentes (*art.* 17). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 97 à 55 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 68 : 47, et :: 220 : 155 par les expériences précédentes (*art.* 17), on aura, en ajoutant ces temps, 288 à 202 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'antimoine.

7° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 24 : 16, et :: 59 : 35 ½ par les expériences précédentes (*art.* 17). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 51 ½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 68 : 47, et :: 176 : 140 par les expériences précédentes (*art.* 17), on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 187 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du bismuth.

8° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 18 : 16, et :: 50 : 47 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 18 : 16, et :: 50 : 47 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 16 : 16 par la présente expérience, et :: 35 ½ : 32 par les expériences précédentes (*art.* 17). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 51 ½ à 48 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 47, et par les expériences précédentes (*art.* 17) :: 140 : 127, on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth et de l'antimoine.

XLII.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets d'or, d'argent, de fer, d'éméril et de pierre dure, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Pierre calcaire dure, en.	11 ½	En.	32
Argent, en.	13	En.	37
Or, en.	14	En.	40
Emeril, en.	15 ½	En.	46
Fer, en	17	En.	51

Il résulte de cette expérieuce :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'éméril, au point de pouvoir les tenir, :: 17 : 15 ½, et :: 51 : 46 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 17 : 14 par la présente expérience, et :: 45 ½ : 37 par les expériences précédentes (*art.* 11). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 62 ½ à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 51 : 40, et :: 138 : 114 par les expériences précédentes (*art.* 11), on aura, en ajoutant ces temps, 189 à 154 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'or.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de les tenir, :: 17 : 13 par la présente expérience, et :: 67 : 51 par les expériences précédentes (*art.* 37). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 84 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 51 : 37, et :: 209 : 156 par les expériences précédentes (*art.* 37), on aura, en ajoutant ces temps, 260 à 193 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et de l'argent.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 17 : 11 ½, et :: 51 : 32 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de l'or, au point de les tenir, :: 15 ½ : 14 par la présente expérience, et :: 44 : 38 par les expériences précédentes (*art.* 16). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 ½ à 52 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 46 : 40, et :: 131 : 115 par les expériences précédentes (*art.* 16), on aura, en ajoutant ces temps, 177 à 115 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et de l'or.

6° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 15 ½ : 13 par la présente expérience, et :: 43 : 32 ½ par les expériences précédentes (*art.* 17). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 58 ½ à 45 ½ pour le rapport plus précis du premier refroidissement de l'éméril et de l'argent; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 46 : 37, et :: 125 : 98 par les expériences précédentes (*art.* 17), on aura, en ajoutant ces temps, 171 à 135 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 15 ½ : 12, et :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de les tenir :: 14 : 13 par la présente expérience, et :: 80 : 71 par les expériences précédentes (*art.* 38). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 94 à 84 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 40 : 37, et :: 234 : 201 par les expériences précédentes (*art.* 38), on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 238 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de l'argent.

9° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 14 : 12 par la présente expérience, et : : 39 ½ : 27 ½ par les expériences précédentes (*art.* 30). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 53 ½ à 39 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 40 : 32, et :: 117 : 86 par les expériences précédentes (*art.* 30), on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de la pierre dure.

10° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de pouvoir les tenir :: 13 : 12 par la présente expérience, et :: 45 ½ : 31 ½ par les expérieuces précédentes (*art.* 27). Ainsi, en

ajoutant ces temps, on aura 58 ½ à 43 ½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second le rapport donné par l'expérience présente étant :: 37 : 32, et :: 125 : 107 par les expériences précédentes (*art.* 28), on aura, en ajoutant ces temps, 182 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent et de la pierre dure.

XLIII.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de plomb, de fer, de marbre blanc, de grès, de pierre tendre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Pierre calcaire tendre, en.	6 ½	En.	20
Plomb, en.	8	En.	29
Grès, en.	8 ½	En.	29
Marbre blanc, en. . .	10 ½	En.	29
Fer, en	15	En.	45

XLIV.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Pierre calcaire tendre, en.	7	En.	21
Plomb, en.	8	En.	28
Grès, en.	8 ½	En.	28
Marbre blanc, en. . .	10 ½	En.	30
Fer, en	16	En.	45

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir, :: 31 : 21, et :: 88 : 59 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 31 : 17 par la présente expérience, et :: 53 ½ : 32 par les expériences précédentes (*art.* 4). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 84 ½ à 49 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 88 : 57, et :: 142 : 102 ½ par les expériences précédentes (*art.* 4), on aura, en ajoutant ces temps, 230 à 159 ½ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du grès.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 31 : 16 par les expériences présentes, et :: 74 : 38 par les expériences précédentes (*art.* 39). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 105 à 54 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 88 : 57, et :: 192 : 124 ½ par les expériences précédentes (*art.* 39), on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 181 ½ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer et du plomb.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir, :: 31 : 13, et :: 88 : 41 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 21 : 17, et :: 59 : 57 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 21 : 16, et :: 59 : 57 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir, :: 21 : 13 ½, par les présentes expériences, et :: 32 : 23 par les expériences précédentes (*art.* 30). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 53 à 36 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 59 : 41, et :: 92 : 68 par les expériences précédentes (*art.* 30), on aura, en ajoutant ces temps, 151 à 129 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc et de la pierre calcaire tendre.

8° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 17 : 16 par les expériences présentes, et :: 42 ½ : 35 ½ par les expériences précédentes (*art.* 7). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 ½ à 51 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 57 : 57, et :: 130 : 121 ½ par les expériences précédentes (*art.* 8), on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 178 ½ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du plomb.

9° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la pierre ten-

dre, au point de pouvoir le tenir :: 17 : 13 ½, et :: 57 : 41 pour leur entier refroidissement.

11° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 16 : 13 ½, et :: 57 : 41 pour leur entier refroidissement.

XLV.

On a fait chauffer ensemble les boulets de gypse, d'ocre, de craie, de glaise et de verre, et voici l'ordre dans lequel ils se sont refroidis :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	3 ½	En.	15
Ocre, en.	5 ½	En.	16
Craie, en.	5 ½	En.	16
Glaise, en.	7	En.	18
Verre, en.	8 ½	En.	24

XLVI.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	3 ½	En.	14
Ocre, en.	5 ½	En.	16
Craie, en	5 ½	En.	16
Glaise, en.	6 ½	En.	18
Verre, en.	8	En.	22

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: 16 ½ : 13 ½, et :: 46 : 36 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 16 ½ : 11, et :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 16 ½ : 11, et :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 16 ½ : 7 par la présente expérience, et :: 52 : 21 ½ par les expériences précédentes (*art.* 33). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 68 ½ à 28 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant : : 46 : 29, et : : 32 : 78 par les expériences précédentes (*art.* 33), on aura, en ajoutant ces temps, 178 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et du gypse.

5° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 13 ½ : 11 par la présente expérience, et :: 12 ½ 10 par les expériences précédentes (*art.* 35). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à 21 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 36 : 32, et :: 33 : 26 par les expériences précédentes (*art.* 35), on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 58 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de la craie.

6° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 13 ½ : 11 par les présentes expériences, et :: 12 ½ : 11 ½ par les expériences précédentes (*art.* 35). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à 22 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 36 : 32, et :: 33 : 29 par les expériences précédentes (*art.* 35), on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de l'ocre.

7° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 13 ½ : 17, et :: 36 : 29 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 11 : 11 par les présentes expériences, et :: 10 : 11 ½ par les précédentes expériences (*art.* 35). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 21 à 22 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 32 : 32, et :: 26 : 29 par les expériences précédentes (*art.* 35), on aura, en ajoutant ces temps, 58 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la craie et de l'ocre.

9° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir :: 11 : 7, et :: 32 : 29 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement du gypse, au point

de les tenir :: 11 : 7, et :: 32 : 29 pour leur entier refroidissement.

XLVII.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de zinc, d'étain, d'antimoine, de grès et de marbre blanc, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Antimoine, en. . . .	6	En.	16
Etain, en.	6 $\frac{1}{2}$	En.	20
Grès, en.	8	En.	26
Marbre blanc, en. .	9 $\frac{1}{2}$	En.	29
Zinc, en.	11 $\frac{1}{2}$	En.	33

XLVIII.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Antimoine, en. . . .	5	En.	13
Etain, en.	6	En.	16
Grès, en.	7	En.	21
Marbre blanc, en . .	8	En.	24
Zinc, en.	9 $\frac{1}{2}$	En.	30

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir :: 21 : 17 $\frac{1}{2}$, et :: 65 : 53 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir :: 21 : 15, et :: 65 : 47 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 21 : 12 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, et :: 24 : 18 par les expériences précédentes (*art.* 41). Ainsi en ajoutant ces temps, on aura 45 à 30 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 65 : 36, et par les expériences précédentes (*art.* 41), :: 68 : 47, on aura, en ajoutant ces temps, 133 à 83 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'étain.

4° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 21 : 11 par les présentes expériences, et :: 73 : 39 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 17). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 94 à 50 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 65 : 29, et :: 220 : 155 par les expériences précédentes (*art.* 17), on aura, en ajoutant ces temps, 285 à 184 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'antimoine.

5° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir :: 17 $\frac{1}{2}$: 15 par les présentes expériences, et :: 21 : 17 par les expériences précédentes (*art.* 44). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 38 $\frac{1}{2}$ à 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 53 : 47, et :: 59 : 57 par les expériences précédentes (*art.* 44), on aura, en ajoutant ces temps, 112 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc et du grès.

6° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 17 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$, et :: 53 : 36 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 17 $\frac{1}{2}$: 11, et :: 53 : 36 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 15 : 12 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, et :: 30 : 21 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 8). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 45 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 47 : 36, et :: 84 : 64 par les expériences précédentes (*art.* 8), on aura, en ajoutant ces temps, 131 à 100 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et de l'étain.

9° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 15 : 11, et :: 47 : 29 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 12 $\frac{1}{2}$: 11 par les présentes expériences, et :: 18 : 16 par les expériences précédentes (*art.* 40). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 30 $\frac{1}{2}$ à 27 pour le

rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 36 : 29, et :: 47 : 47 par les expériences précédentes (*art.* 40), on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 76 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'étain et de l'antimoine.

XLIX.

On a fait chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'émeril, de bismuth, de glaise et d'ocre, et ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Ocre, en.	6	En.	18
Bismuth, en.	7	En.	22
Glaise, en.	7	En.	25
Cuivre, en.	13	En.	36
Émeril, en.	15 ½	En.	45

L.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Ocre, en.	5 ½	En.	15
Bismuth, en.	6	En.	18
Glaise, en	6	En.	19
Cuivre, en.	10	En.	30
Émeril, en.	11 ½	En.	38

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir, :: 27 : 23, et :: 81 : 66 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 27 : 13, et :: 81 : 42 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 27 : 13 par les présentes expériences, et :: 71 : 35 ½ par les expériences précédentes (*art.* 17). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 98 à 48 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 81 : 40, et par les expériences précédentes (*art.* 17) :: 216 : 140, on aura, en ajoutant ces temps, 297 à 180 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril et du bismuth.

4° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 27 : 11 ½, et :: 81 : 31 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 23 : 13, et :: 66 : 42 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 23 : 13 par les présentes expériences, et :: 28 : 16 par les expériences précédentes (*art.* 41). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 51 à 29 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 66 : 40, et :: 80 : 47 par les expériences précédentes (*art.* 41), on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et du bismuth.

7° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 33 : 11 ½, et :: 66 : 31 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir, :: 13 : 13, et :: 42 : 41 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 13 : 11 ½ par les expériences présentes, et :: 26 : 22 ½ par les expériences précédentes (*art.* 46). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 39 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 42 : 31, et :: 69 : 61 par les expériences précédentes (*art.* 46), on aura, en ajoutant ces temps, 111 à 92 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de l'ocre.

10° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'ocre, pour pouvoir les tenir, :: 13 : 11 ½, et :: 42 : 31 pour leur entier refroidissement.

LI.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de fer, de zinc, de bismuth, de glaise et de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Craie, en	6 ½	En.	18
Bismuth, en.	7	En.	19
Glaise, en.	8	En.	20
Zinc, en.	15	En.	25
Fer, en	19	En.	45

LII.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes
Craie, en	7	En.	20
Bismuth, en.	7 ½	En.	21
Glaise, en.	9	En.	24
Zinc, en.	16	En.	34
Fer, en	21 ½	En.	55

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir, :: 40 ½ : 31, et :: 98 : 59 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir, :: 40 ½ : 14 ½, et :: 98 : 40 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 40 ½ : 17, et :: 98 : 44 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 40 ½ : 12 ½, et :: 98 : 38 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir :: 31 : 14 ½ par les présentes expériences, et :: 34 ½ : 20 ½ par les expériences précédentes (*art.* 15). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 65 ½ à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement, et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 65 : 40, et :: 100 : 80 par les expériences précédentes (*art.* 15), on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du bismuth.

6° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: 31 : 17, et :: 59 : 44 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 31 : 12 ½, et :: 59 : 38 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de la glaise au point de les tenir :: 14 ½ : 17 par les présentes expériences, et :: 13 : 13 par les expériences précédentes (*art.* 50). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 27 ½ à 30 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 40 : 44, et :: 41 : 42 par les expériences précédentes (*art.* 50), on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 86 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth et de la glaise.

9° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 14 ½ : 13 ½, et :: 40 : 38 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 17 : 13 ½ par les expériences présentes, et :: 26 : 21 par les expériences précédentes (*art.* 46). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 43 à 34 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement, et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 44 : 38, et :: 69 : 58 par les expériences précédentes (*art.* 46), on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de la craie.

LIII.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets d'émérii, de verre, de pierre calcaire dure et de bois, ils se sont refoidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes
Bois, en.	2 ½	En.	15
Verre, en	9 ½	En.	28
Grès, en.	11	En.	34
Pierre calcaire dure, en.	12	En.	36
Émeril, en.	15	En.	47

LIV.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Bois, en.	2	En.	13
Verre, en.	7 ½	En.	21
Grès, en.	8	En.	24
Pierre dure, en. . .	8 ½	En.	26
Émeril, en.	14	En.	42

Il résulte de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir, :: 29 : 20 ½ par les présentes expériences, et :: 15 ½ : 12 par les expériences précédentes (*art.* 42). Ainsi en ajoutant ces temps, on aura 44 ½ à 32 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 89 : 62, et :: 46 : 32 par les expériences précédentes (*art.* 42), on aura, en ajoutant ces temps, 135 à 94 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'éméril et de la pierre dure.

2° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 29 : 19, et :: 89 : 58 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 29 : 17, et :: 89 : 49 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 29 : 4 ½, et :: 89 : 28 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 20 ½ : 19, et :: 62 : 58 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 20 ½ : 17, et :: 62 : 49 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 20 ½ : 4 ½, et :: 62 : 28 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 19 : 17 par les présentes expériences, et :: 55 : 52 par les expériences précédentes (*art.* 33). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 74 à 69 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 58 : 49, et :: 170 : 132 par les expériences précédentes (*art.* 33), on aura, en ajoutant ces temps, 228 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du verre.

9° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir, :: 15 : 4 ½, et :: 58 : 28 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 17 : 4 ½, et :: 49 : 28 pour leur entier refroidissement.

LV.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets d'or, d'étain, d'éméril, de gypse et de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	5	En.	13
Craie, en.	7 ½	En.	21
Étain, en	11 ½	En.	30
Or, en.	16	En.	41
Éméril, en.	20	En.	49

LVI.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	4	En.	13
Craie, en	6 ½	En.	18
Étain, en.	10	En.	27
Or, en.	13	En.	40
Éméril, en.	18	En.	46

On peut conclure de ces expériences,

1° Que le temps du refroidissement de l'éméril est à celui du refroidissement de l'or, au point de les tenir, :: 38 : 31 par les expériences présentes, et :: 59 ½ : 52 par les expériences précédentes (*art.* 42). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 97 ½ à 83 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 95 : 81, et :: 166 : 155 par les expériences précédentes (*art.* 42), on aura, en ajoutant ces temps, 261 à 236 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'éméril et de l'or.

2° Que le temps du refroidissement de l'éméril

est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 38 : 21 $\frac{1}{2}$, et :: 95 : 57 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 38 : 14, et :: 95 : 3 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, : : 38 : 9, et : : 95 : 28 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir, :: 31 : 22 par les présentes expériences, et : : 37 : 21 par les expériences précédentes (*art.* 11). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 68 à 43 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 81 : 57, et :: 114 : 61 par les expériences précédentes (*art.* 11), on aura, en ajoutant ces temps, 195 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de l'étain.

6° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 31 : 14 par les présentes expériences, et :: 21 $\frac{1}{2}$: 10 par les expériences précédentes (*art.* 35). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 52 $\frac{1}{2}$ à 24 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expérience étant :: 81 : 39, et :: 65 : 26 par les expériences précédentes (*art.* 35), on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 65 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et de la craie.

7° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 31 : 9 par les présentes expériences, et :: 56 : 17 par les expériences précédentes (*art.* 38). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 81 : 28, et : : 165 : 53 par les expériences précédentes (*art.* 38), on aura, en ajoutant ces temps, 246 à 81 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or et du gypse.

8° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir, :: 22 : 14, et :: 57 : 39 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 22 : 9, et :: 57 : 28 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, :: 14 : 9 par les présentes expériences et :: 11 : 7 par les expériences précédentes (*art.* 46). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 25 à 16 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 39 : 28, et :: 32 : 29 par les expériences précédentes (*art.* 46), on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 57 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la craie et du gypse.

LVII.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de marbre blanc, de marbre commun, de glaise, d'ocre et de bois, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Bois, en.	2 $\frac{1}{2}$	En.	9
Ocre, en..	6 $\frac{1}{2}$	En.	19
Glaise, en.	7 $\frac{1}{2}$	En.	21
Marbre commun, en.	10 $\frac{1}{2}$	En.	29
Marbre blanc, en. .	12	En.	34

LVIII.

La même expérience répétée les boulets se se sont refroidis dans l'ordre suivant .

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Bois, en.	5	En.	11
Ocre, en.	7	En.	20
Glaise, en.	8 $\frac{1}{2}$	En.	23
Marbre commun, en.	12 $\frac{1}{2}$	En.	32
Marbre blanc, en. .	15	En.	36

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir :: 25 : 22 par les présentes expériences, et:: 39 $\frac{1}{2}$: 36 par les expériences précédentes (*art.* 27). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 64 $\frac{1}{2}$ à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par

les présentes expériences étant :: 70 : 61, et :: 115 : 13 par les expériences précédentes (*art.* 27), on aura, en ajoutant ces temps, 185 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc et du marbre commun.

2° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir, :: 25 : 16, et :: 70 : 44 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 25 : 13 ½, et :: 70 : 39 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 25 : 5½, et :: 70 : 20 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 22 : 16, et :: 61 : 44 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 22 : 13 ½, et :: 61 : 39 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 22 : 5 ½, et :: 61 : 20 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 16 : 13 ½ par les présentes expériences, et :: 12 ½ : 11 ½ par les expériences précédentes (*art.* 35). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 28 ½ à 20 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 44 : 39, et :: 33 : 29 par les expériences précédentes (*art.* 35), on aura, en ajoutant ces temps, 77 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de l'ocre.

9° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 16 : 5 ½, et :: 44 : 20 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir, :: 13 ½ : 5 ½, et :: 39 : 20 pour leur entierr efroidissement.

LIX.

Ayant mis chauffer ensemble les boulets d'argent, de verre, de glaise, d'ocre et de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Craie, en	5 ½	En.	16
Ocre, en.	6	En.	18
Glaise, en.	8	En.	22
Verre, en.	9 ½	En.	29
Argent, en	12 ½	En.	35

LX.

La même expérience répétée, les boulets, chauffés plus longtemps, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Craie, en.	7	En.	22
Ocre, en.	8 ½	En.	25
Glaise, en.	9 ½	En.	29
Verre, en.	12 ½	En.	38
Argent, en.	16 ½	En.	41

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 29 : 22 par les présentes expériences, et :: 36 : 25 par les expériences précédentes (*art.* 33). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 65 à 47 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 76 : 67, et : : 103 : 62 par les expériences précédentes (*art.* 33), on aura, en ajoutant ces temps, 179 à 129 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent et du verre.

2° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir, : : 29 : 17 ½, et : : 76 : 51 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: 29 : 14 ½, et :: 76 : 43 pour leur entier refroidissement.

4° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, : : 29 : 12 ½, et : : 76 : 38 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir, :: 22 : 17 ½ par les expérien-

ces présentes, et :: $16\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 46). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 67 : 51, et :: 46 : 36 par les expériences précédentes (*art.* 46), on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de la glaise.

6° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir, :: 22 : $14\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, et :: $16\frac{1}{2}$: 11 par les expériences précédentes (*art.* 46). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à $25\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 67 : 43, et :: 46 : 32 par les expériences précédentes (*art.* 46), on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 75 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de l'ocre.

7° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 22 : $12\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, et :: $16\frac{1}{2}$: 11 par les expériences précédentes (*art.* 46). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à $23\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 67 : 38, et :: 46 : 32 par les expériences précédentes (*art.* 46), on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 70 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de la craie.

8° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir, :: $17\frac{1}{2}$: $14\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, et :: 20 : $22\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 46). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $43\frac{1}{2}$ à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 51 : 43, et :: 69 : 63 par les expériences précédentes (*art.* 46), on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de l'ocre.

9° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: $17\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, et :: 26 : 21 par les expériences précédentes (*art.* 46). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $43\frac{1}{2}$ à $33\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 51 : 38, et :: 69 : 58 par les expériences précédentes (*art.* 46), on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de la craie.

10° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: $14\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, et :: $11\frac{1}{2}$: 10 par les expériences précédentes (*art.* 35). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à $22\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 43 : 38, et :: 29 : 26 par les précédentes expériences (*art.* 35), on aura, en ajoutant ces temps, 72 à 64 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'ocre et de la craie

LXI.

Ayant mis chauffer ensemble à un grand degré de chaleur les boulets de zinc, de bismuth, de marbre blanc, de grès et de gypse, le bismuth s'est fondu tout à coup, et il n'est resté que les quatre autres, qui se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Gypse, en. 11	En. 28
Grès, en. 16	En. 42
Marbre blanc, en . . . 19	En. 50
Zinc, en. 23	En. 57

LXII.

La même expérience répétée avec les quatre boulets ci-dessus et un boulet de plomb, à un feu moins ardent, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Gypse, en. . . . . . $4\frac{1}{2}$	En. 16
Plomb, en . . . . . . $9\frac{1}{2}$	En. 28
Grès, en. 10	En. 32
Marbre blanc, en. . $12\frac{1}{2}$	En. 36
Zinc, en. 15	En. 43

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du marbre blanc,

au point de pouvoir les tenir, :: 38 : 31 ½ par les présentes expériences, et : : 21 : 17 ½ par les expériences précédentes (*art.* 48). Ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 59 à 49 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 100 : 86, et : : 65 : 53 par les expériences précédentes (*art.* 48), on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du marbre blanc.

2° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 38 : 26 par les présentes expériences, et :: 21 : 115 par les expériences précédentes (*art.* 48). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 41 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 100 : 74, et : : 65 : 47 par les expériences précédentes (*art.* 48), on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 121 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du grès.

3° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, ::15 : 9 ½ par la présente expérience, et :: 73 : 43 ⅚ par les expériences précédentes (*art.* 17). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 89 à 53 ⅓ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 43 : 20, et :: 220 : 189 par les expériences précédentes (*art.* 17), on aura, en ajoutant ces temps, 263 à 209 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du plomb.

4° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir, : : 38 : 15 ½, et : : 100 : 44 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir, :: 31 ½ : 26 par les présentes expériences, et :: 38 ½ : 32 par les expériences précédentes (*art.* 48). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 70 à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 86 : 74, et :: 112 : 104 par les expériences précédentes (*art.* 48), on aura, en ajoutant ces temps, 198 à 178 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc et du grès.

6° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir, :: 12 ½ : 9 ½, et :: 36 : 20 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 31 : 15 ½, et :: 86 : 44 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir, :: 10 : 9 ½ par la présente expérience, et :: 59 : 51 ½ par les expériences précédentes (*art.* 44). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 69 ½ à 61 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 32 : 20, et :: 187 : 178 par ses expériences précédentes (*art.* 44), on aura, en ajoutant ces temps, 211 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du plomb.

9° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 26 : 15 ½ par les présentes expériences, et :: 55 : 21 ½ par les expériences précédentes(*art.* 33). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 74 : 44, et :: 170 : 78 par les expériences précédentes (*art.* 33), on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 122 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès et du gypse.

10° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir, :: 9 ½ : 4 ½, et :: 28 : 16 pour leur entier refroidissement.

LXIII.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'antimoine, de marbre commun, de pierre calcaire tendre et de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Craie, en	6 ½	En.	20
Antimoine, en	7 ½	En.	26
Pierre tendre, en. .	7 ½	En.	26
Marbre commun, en.	11 ½	En.	31
Cuivre, en	16	En.	49

37.

LXIV.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Craie, en.	5 ½	En.	18
Antimoine, en. . . .	6	En.	24
Pierre tendre en. . .	8	En.	25
Marbre commun, en.	10	En.	29
Cuivre, en.	13 ½	En.	38

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir, :: 29 ½ : 21 ½ par les présentes expériences, et :: 45 : 35 ½ par les expériences précédentes (*art.* 5). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 74 ½ à 57 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 87 : 60, et :: 125 : 111 par les expériences précédentes (*art.* 5), on aura, en ajoutant ces temps, 212 à 170 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et du marbre commun.

2° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir, :: 29 ½ : 15 ½, et :: 87 : 49 pour leur entier refroidissement.

3° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 29 ½ : 13 ½ par les présentes expériences, et :: 28 : 16 par les expériences précédentes (*art.* 41). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 57 ½ à 29 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 87 : 50, et :: 80 : 47 par les expériences précédentes (*art.* 41), on aura, en ajoutant ces temps, 167 à 97 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre et de l'antimoine.

4° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 29 ½ : 12, et :: 87 : 38 pour leur entier refroidissement.

5° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir, :: 21 ½ : 14 par les expériences présentes, et :: 29 : 23 par les expériences précédentes (*art.* 30). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 50 ½ à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 60 : 49, et :: 87 : 68 par les expériences précédentes (*art.* 20), on aura, en ajoutant ces temps, 147 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre commun et de la pierre tendre.

6° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir, :: 21 ½ : 13 ½, et :: 60 : 50 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 21 ½ : 12, et :: 60 : 38 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir, :: 14 : 13 ½, et :: 49 : 50 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 14 : 12, et :: 49 : 38 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir, :: 13 ½ : 12, et :: 50 : 38 pour leur entier refroidissement.

LXV.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de plomb, d'étain, de verre, de pierre calcaire dure, d'ocre et de glaise, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Ocre, en.	5	En.	16
Glaise, en	7 ½	En.	20
Étain, en.	8 ½	En.	21
Plomb, en.	9 ½	En.	23
Verre, en	10	En.	27
Pierre dure, en. . .	10 ½	En.	29

Il résulte de cette expérience :

1° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir, :: 10 ½ : 10 par la présente expérience, et :: 28 ½ : 17 par les expériences précédentes (*art.* 54). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 31 à 27 pour le rapport

plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 29 : 27, et :: 62 : 49 par les expériences précédentes (*art.* 54), on aura, en ajoutant ces temps, 91 à 76 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre dure et du verre.

2° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 10 : 9 ½ par la présente expérience, et :: 12 : 11 par les expériences précédentes (*art.* 39); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 22 à 20 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 27 : 23, et :: 35 : 30 par les expériences précédentes (*art.* 39), on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 53 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et du plomb.

3° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 10 : 8 ½ par la présente expérience, et :: 46 : 42 ½ par les expériences précédentes (*art.* 39). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 27 : 21, et par les expériences précédentes (*art.* 39) :: 132 : 117, on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 138 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de l'étain.

4° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir :: 10 : 7 ½, et :: 38 ½ : 31 par les expériences précédentes (*art.* 60). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 48 ½ à 38 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 27 : 20, et :: 113 : 87 par les expériences précédentes (*art.* 60), on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de la glaise.

5° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: 10 : 5 par les présentes expériences, et :: 38 ½ : 35 ½ : par les expériences précédentes (*art.* 60). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 48 ½ à 30 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 27 : 16, et par les expériences précédentes (*art.* 60) :: 113 : 75, on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 91 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre et de l'ocre.

6° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 10 ½ : 9 ½, et :: 29 : 23 pour leur entier refroidissement.

7° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 10 ½ : 8 ½, et :: 29 : 21 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: 10 ½ : 7 ½, et :: 29 : 20 pour leur entier refroidissement.

9° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 10 ½ : 5, et :: 29 : 16 pour leur entier refroidissement.

10° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 9 ½ : 8 ½ par la présente expérience, et :: 36 ½ : 31 ½ par les expériences précédentes (*art.* 39). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 46 à 40 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 23 : 21, et :: 109 : 89 par les expériences précédentes (*art.* 39), on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 110 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de l'étain.

11° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir :: 9 ½ : 7 ½ par la présente expérience, et :: 7 : 5 ½ par les expériences précédentes (*art.* 35). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 16 ½ à 13 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 23 : 20, et :: 18 : 15 par les expériences précédentes (*art.* 35), on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 35 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de la glaise.

12° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: 9 ½ : 5 par la

présente expérience, et :: 7 : 5 par les expériences précédentes (*art.* 35). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 16 ½ à 10 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 23 : 16, et :: 18 : 13 par les expériences précédentes (*art.* 35), on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 29 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb et de l'ocre.

13° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: 8 ½ : 7 ½, et :: 21 : 20 pour leur entier refroidissement.

14° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 8 ½ : 5, et :: 21 : 16 pour leur entier refroidissement.

15° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: 7 ½ : 5 par la présente expérience, et :: 43 ½ : 37 par les expériences précédentes (*art.* 60). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 50 à 42 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 20 : 16, et :: 120 : 104 par les expériences précédentes (*art.* 60), on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise et de l'ocre.

LXVI.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de zinc, d'antimoine, de pierre calcaire tendre, de craie et de gypse, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	5 ½	En.	11
Craie, en	5	En.	16
Antimoine, en. . . .	6	En.	22
Pierre tendre, en. .	7 ½	En.	23
Zinc, en.	14 ½	En.	29

LXVII.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température actuelle.*	minutes.
Gypse, en.	5 ½	En.	12
Craie, en	4 ½	En.	14
Antimoine, en. . . .	6	En.	20
Pierre tendre, en . .	8	En.	21
Zinc, en.	13 ½	En.	28

On peut conclure de ces deux expériences :

1° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 15 ½, et :: 57 : 44 pour leur entier refroidissement.

2° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 12 par les présentes expériences, et :: 94 : 52 par les expériences précédentes (*art.* 48); ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 122 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 57 : 42; et :: 285 : 184 par les expériences précédentes (*art.* 48), on aura, en ajoutant ces temps, 342 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de l'antimoine.

3° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 9 ½ par les présentes expériences, et :: 31 : 12 ½ par les expériences précédentes (*art.* 52). Ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 22 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 57 : 30, et :: 59 : 38 par les expériences précédentes (*art.* 52), on aura, en ajoutant ces temps, 116 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et de la craie.

4° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 7 par les présentes expériences, et :: 38 : 15 ½ par les expériences précédentes (*art.* 62). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 66 à 22 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement, et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 57 : 23, et :: 100 : 44 par les expériences précédentes (*art.* 62), ou aura, en ajoutant ces temps, 157 à 67 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc et du gypse.

5° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir :: 12 : 15 ½ et :: 42 : 44 pour leur entier refroidissement.

6° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 12 : 9 ½

par les présentes expériences, et :: $13\frac{1}{2}$: 12 par les expériences précédentes (*art.* 64). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $25\frac{1}{2}$ à $21\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 42 : 30, et : : 50 : 38 par les expériences précédentes (*art.* 64), on aura, en ajoutant ces temps, 92 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'antimoine et de la craie.

7° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir : : 12 : 7, et : : 42 : 23 pour leur entier refroidissement.

8° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: $15\frac{1}{2}$: $9\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, et :: 14 : 12 par les expériences précédentes (*art.* 64). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $29\frac{1}{2}$ à $21\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 44 : 30, et : : 49 : 38 par les expériences précédentes (*art.* 64), on aura, en ajoutant ces temps, 93 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre tendre et de la craie.

9° Que le temps du refroidissement de la pierre calcaire tendre est à celui du refroidissement du gypse, au point de les tenir : : $15\frac{1}{2}$: 7 par les présentes expériences, et : : 12 : $4\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* 38). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $27\frac{1}{2}$ à $11\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant : : 44 : 23, et : : 27 : 14 par les expériences précédentes (*art* 38), on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 37 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre tendre et du gypse.

10° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement du gypse, au point de pouvoir les tenir : : $9\frac{1}{2}$: 7 par les présentes expériences, et :: 25: 16 par les expériences précédentes (*art.* 56). Ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $34\frac{1}{2}$ à 23 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; et pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant, :: 30 : 23, et :: 71 : 57 par les expériences précédentes *art.* 56), on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 80 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la craie et du gypse.

Je borne ici cette suite d'expériences assez longues à faire et fort ennuyeuses à lire; j'ai cru devoir les donner telles que je les ai faites à plusieurs reprises dans l'espace de six ans : si je m'étais contenté d'en additionner les résultats, j'aurais à la vérité fort abrégé ce Mémoire, mais on n'aurait pas été en état de les répéter, et c'est cette considération qui m'a fait préférer de donner l'énumération et le détail des expériences mêmes, au lieu d'une table abrégée que j'aurais pu faire de leurs résultats accumulés. Je vais néanmoins donner, par forme de récapitulation, la table générale de ces rapports tous comparés à dix mille, afin que, d'un coup d'œil, on puisse en saisir les différences.

TABLE

DES RAPPORTS DU REFROIDISSEMENT DES DIFFÉRENTES SUBSTANCES MINÉRALES.

FER.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Fer et…	Émeril	10000 à 9147	— 9020.
	Cuivre	10000 à 8312	— 8702.
	Or	10000 à 8160	— 8148.
	Zinc	10000 à 7631 (6804)	— 6020
	Argent	10000 à 7619	— 7423.
	Marbre blanc	10000 à 6774	— 6704.
	Marbre commun	10000 à 6636	— 6746.
	Pierre calcaire dure	10000 à 6617	— 6274.
	Grès	10000 à 5796	— 6926.
	Verre	10000 à 5776	— 5803.
	Plomb	10000 à 5143	— 6482.
	Étain	10000 à 4898	— 4921.
	Pierre calcaire tendre	10000 à 4194	— 4659.
	Glaise	10000 à 4198	— 4490.
	Bismuth	10000 à 3580	— 4081.
	Craie	10000 à 3086	— 3878.
	Gypse	10000 à 2523	— 2817.
	Bois	10000 à 1860	— 1519.
	Pierre ponce	10000 à 1627	— 1268.

ÉMERIL.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Émeril et…	Cuivre	10000 à 8319	— 8148.
	Or	10000 à 8515	— 8560.
	Zinc	10000 à 8390 (7158)	— 7692.
	Argent	10000 à 7778	— 7895.
	Pierre calcaire dure	10000 à 7304	— 6963.
	Grès	10000 à 6352	— 6317.
	Verre	10000 à 5862	— 5306.
	Plomb	10000 à 5718	— 6613.
	Étain	10000 à 5658	— 6000.
	Glaise	10000 à 5183	— 5185.
	Bismuth	10000 à 4949	— 6060.
	Antimoine	10000 à 4340	— 5827.
	Ocre	10000 à 4259	— 3827.
	Craie	10000 à 3684	— 4105.
	Gypse	10000 à 2368	— 2947.
	Bois	10000 à 1352	— 3146.

CUIVRE.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Cuivre et....	Or	10000 à 9156	— 9194.
	Zinc	10000 à 8571	— 9250.
		7643	
	Argent	10000 à 8593	— 7825.
	Marbre commun	10000 à 7638	— 8019.
	Grès	10000 à 7333	— 8160.
	Verre	10000 à 6667	— 6367.
	Plomb	10000 à 6179	— 7367.
	Étain	10000 à 5746	— 6916.
	Pierre calcaire tendre	10000 à 5168	— 5633.
	Glaise	10000 à 5652	— 6363.
	Bismuth	10000 à 5646	— 5989.
	Antimoine	10000 à 5130	— 5808.
	Ocre	10000 à 5000	— 4697.
	Craie	10000 à 4068	— 4368.

OR.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Or et..	Zinc	10000 à 9474	— 9304.
		8423	
	Argent	10000 à 8954	— 8686.
	Marbre blanc	10000 à 8101	— 7863.
	Marbre commun	10000 a 7342	— 7455
	Pierre calcaire dure	10000 à 7383	— 7316
	Grès	10000 à 7368	— 7627.
	Verre	10000 à 7103	— 3932.
	Plomb	10000 à 6326	— 7300.
	Étain	10000 à 6314	— 6031.
	Pierre calcaire tendre	10000 à 6087	— 5811.
	Glaise	10000 à 5814	— 5077.
	Bismuth	10000 à 5658	— 7043.
	Porcelaine	10000 à 5326	— 5393.
	Antimoine	10000 à 5393	— 6348.
	Ocre	10000 à 5319	— 1462.
	Craie	10000 à 4571	— 4152.
	Gypse	10000 à 2989	— 3193.

ZINC.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Zinc et......	Argent	10000 à 8901	— 8990.
		10015	
	Marbre blanc	10000 à 8303	— 8424.
		7181	
	Grès	10000 à 6949	— 7333.
		5818	
	Plomb	10000 à 6031	— 7917.
		4940	
	Étain	10000 à 6777	— 6240.
		5666	
	Pierre calcaire tendre	10000 à 5536	— 7719.
		4425	
	Glaise	10000 à 5484	— 7438.
		4373	
	Bismuth	10000 à 5343	— 7347.
		4232	
	Antimoine	10000 à 3246	— 6608.
		4135	
	Craie	10000 à 3729	— 5862.
		2618	
	Gypse	10000 à 3409	— 4268.
		2298	

ARGENT.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Argent et...	Marbre blanc	10000 à 8681	— 9200.
	Marbre commun	10000 à 7912	— 9040.
	Pierre calcaire dure	10000 à 7436	— 8580.
	Grès	10000 à 7361	— 7767.
	Verre	10000 à 7230	— 7212.
	Plomb	10000 à 7131	— 9184.
	Étain	10000 à 6176	— 6289.
	Pierre calcaire tendre	10000 à 6178	— 6287.
	Glaise	10000 à 6031	— 6710.
	Bismuth	10000 à 6308	— 8877.
	Porcelaine	10000 à 5556	— 5242.
	Antimoine	10000 à 5692	— 7633.
	Ocre	10000 à 5000	— 5658.
	Craie	10000 à 4310	— 5000.
	Gypse	10000 à 2879	— 3366.
	Bois	10000 à 2353	— 1864.
	Pierre ponce	10000 à 2059	— 1523.

MARBRE BLANC.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Marbre blanc et.........	Marbre commun	10000 à 8992	— 9405.
	Pierre dure	10000 à 8594	— 9130.
	Grès	10000 à 8286	— 8900.
	Plomb	10000 à 7604	— 5555.
	Étain	10000 a 7143	— 6792.
	Pierre calcaire tendre	10000 à 6792	— 7218.
	Glaise	10000 à 6400	— 6286.
	Antimoine	10000 à 6286	— 6792.
	Ocre	10000 à 5400	— 5571.
	Gypse	10000 à 4920	— 5116.
	Bois	10000 à 2200	— 2857.

MARBRE COMMUN.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Marbre commun et....	Pierre dure	10000 à 9183	— 9653.
	Grès	10000 à 8767	— 9273.
	Plomb	10000 à 7671	— 8390.
	Étain	10000 à 7121	— 6066.
	Pierre tendre	10000 à 7327	— 7959.
	Glaise	10000 à 7272	— 7213.
	Antimoine	10000 à 6279	— 8533.
	Ocre	10000 à 6136	— 6593.
	Craie	10000 à 5381	— 6533.
	Bois	10000 à 2500	— 3279.

PIERRE CALCAIRE DURE.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Pierre dure et.........	Grès	10000 à 9268	— 9535.
	Verre	10000 à 8740	— 8332.
	Plomb	10000 à 8371	— 7951.
	Étain	10000 à 8093	— 7951.
	Pierre tendre	10000 à 8000	— 8095.
	Glaise	10000 à 6190	— 6897.
	Ocre	10000 à 4762	— 5317.
	Bois	10000 à 2193	— 4516.

GRÈS.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Grès et......	Verre	10000 à 9521	— 7939.
	Plomb	10000 à 8561	— 8150.
	Étain	10000 à 7667	— 7633.
	Pierre tendre	10000 à 7647	— 7193.
	Porcelaine	10000 à 7361	— 7059.
	Antimoine	1 000 à 7333	— 6170.
	Gypse	10000 à 4368	— 5000.
	Bois	10000 à 2368	— 4828.

VERRE.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Verre et.....	Plomb	10000 à 9318	— 8548.
	Étain	10000 à 9107	— 8679.
	Glaise	10000 à 7938	— 7643.
	Porcelaine	10000 à 7692	— 8863.
	Ocre	10000 à 6289	— 6500.
	Craie	10000 à 6104	— 6193.
	Gypse	10000 à 4160	— 6011.
	Bois	10000 à 2647	— 5514.

PLOMB.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Plomb et....	Étain	10000 à 8695	— 8333.
	Pierre tendre	10000 à 8137	— 7192.
	Glaise	10000 à 7878	— 8536.
	Bismuth	10000 à 8698	— 8750.
	Antimoine	10000 à 8241	— 8201.
	Ocre	10000 à 6060	— 7073.
	Craie	10000 à 5714	— 6111.
	Gypse	10000 à 4736	— 5714.

ÉTAIN.

		Premier refroidissement.	Entier refroid.
Étain et.....	Glaise	10000 à 8823	— 9324.
	Bismuth	10000 à 8888	— 9400.
	Antimoine	10000 à 8710	— 9186.
	Ocre	10000 à 5882	— 7619.
	Craie	10000 à 6364	— 6842.
	Gypse	10000 à 4090	— 4912.

PIERRE CALCAIRE TENDRE.

Pierre tendre et	Antimoine	10000 à 7742 — 9545.
	Craie	10000 à 7288 — 7312.
	Gypse	10000 à 4182 — 5241.

GLAISE.

Glaise et....	Bismuth	10000 à 8870 — 9419.
	Ocre................	10000 à 8400 — 8371.
	Craie...............	10000 à 7701 — 8000.
	Gypse...............	10000 à 5185 — 8055.
	Bois................	10000 à 5137 — 4545.

BISMUTH.

Bismuth et..	Antimoine..........	10000 à 9549 — 9572.
	Ocre................	10000 à 8846 — 7380.
	Craie...............	10000 à 8620 — 9300.

POCCELAINE.

Porcelaine et gypse.................	10000 à 5308 — 6500.

ANTIMOINE.

Antimoine ..	Craie	10000 à 8451 — 7391.
	Gypse	10000 à 5835 — 5476.

OCRE.

Ocre et	Craie...............	10000 à 8834 — 8869.
	Gypse	10000 à 6364 — 9062.
	Bois................	10000 à 4074 — 5128.

CRAIE.

Craie et gypse......................	10000 à 6667 — 7920.

GYPSE.

Gypse et....	Bois................	10000 à 8000 — 5250.
	Pierre ponce........	10000 à 7000 — 4500.

BOIS.

Bois et pierre ponce................	10000 à 8730 — 8182.

Quelque attention que j'aie donnée à mes expériences, quelque soin que j'aie pris pour en rendre les rapports plus exacts, j'avoue qu'il y a encore quelques imperfections dans cette table qui les contient tous ; mais ces défauts sont légers et n'influent pas beaucoup sur les résultats généraux : par exemple, on s'apercevra aisément que le rapport du zinc au plomb, étant de dix mille à six mille cinquante-un, celui du zinc à l'étain devrait être moindre de six mille, tandis qu'il se trouve dans la table de six mille sept cent soixante-dix-sept. Il en est de même de celui de l'argent au bismuth, qui devrait être moindre que six mille trois cent huit ; et encore de celui du plomb à la glaise, qui devrait être de plus de huit mille, et qui ne se trouve être dans la table que de sept mille huit cent soixante-dix-huit ; mais cela provient de ce que les boulets de plomb et de bismuth n'ont pas toujours été les mêmes : ils se sont fondus aussi bien que ceux d'étain et d'antimoine ; ce qui n'a pu manquer de produire des variations, dont les plus grandes sont les trois que je viens de remarquer. Il ne m'a pas été possible de faire mieux : les différents boulets de plomb, d'étain, de bismuth et d'antimoine, dont je me suis successivement servi, étaient faits, à la vérité, sur le même calibre ; mais la matière de chacun pouvait être un peu différente, selon la quantité d'alliage du plomb et de l'étain, car je n'ai eu de l'étain pur que pour les deux premiers boulets : d'ailleurs, il reste assez souvent une petite cavité dans ces boulets fondus, et ces petites causes suffisent pour produire les petites différences qu'on pourra remarquer dans ma table.

Il en est de même du rapport de l'étain à l'ocre, qui devait être de plus de six mille, et qui ne se trouve dans la table que de cinq mille huit cent quatre-vingt-deux, parce que l'ocre étant une matière friable qui diminue par le frottement, j'ai été obligé de changer trois ou quatre fois les boulets d'ocre. J'avoue qu'en donnant à ces expériences le double du très-long temps que j'y ai employé, j'aurais pu parvenir à un plus grand degré de précision ; mais je me flatte qu'il y en a suffisamment pour qu'on soit convaincu de la vérité des résultats que l'on peut en tirer. Il n'y a guère que les personnes accoutumées à faire des expériences qui sachent combien il est difficile de constater un seul fait de la nature par tous les moyens que l'art peut nous fournir : il faut joindre la patience au génie, et souvent cela ne suffit pas encore ; il faut quelquefois renoncer, malgré soi, au degré de précision que l'on désirerait, parce que cette précision en exigerait une tout aussi grande dans toutes les mains dont on se sert, et demanderait en même temps une parfaite égalité dans toutes les matières que l'on emploie : aussi, tout ce que l'on peut faire en physique expérimentale ne peut pas nous donner des résultats rigoureusement exacts, et ne peut aboutir qu'à des approximations plus ou moins grandes ; et quand l'ordre général de ces approximations ne se dément que par de légères variations, on doit être satisfait.

Au reste, pour tirer de ces nombreuses expériences tout le fruit qu'on doit en attendre, il faut diviser les matières qui en font l'objet en quatre classes ou genres différents :

1° Les métaux ; 2° les demi-métaux et minéraux métalliques ; 3° les substances vitrées et vitrescibles ; 4° les substances calcaires et calcinables ; comparer ensuite les matières de chaque genre entre elles, pour tâcher de reconnaître la cause ou les causes de l'ordre que suit le progrès de la chaleur dans chacune ; et enfin

comparer les genres même entre eux, pour essayer d'en déduire quelques résultats généraux.

I. L'ordre des six métaux, suivant leur densité, est : étain, fer, cuivre, argent, plomb, or; tandis que l'ordre dans lequel ces métaux reçoivent et perdent la chaleur est, étain, plomb, argent, or, cuivre, fer, dans lequel il n'y a que l'étain qui conserve sa place.

Le progrès et la durée de la chaleur dans les métaux ne suit donc pas l'ordre de leur densité, si ce n'est pour l'étain, qui, étant le moins dense de tous, est en même temps celui qui perd le plus tôt sa chaleur : mais l'ordre des cinq autres métaux nous démontre que c'est dans le rapport de leur fusibilité que tous reçoivent et perdent la chaleur ; car le fer est plus difficile à fondre que le cuivre, le cuivre l'est plus que l'or, l'or plus que l'argent, l'argent plus que le plomb, et le plomb plus que l'étain : on doit donc en conclure que ce n'est qu'un hasard si la densité et la fusibilité de l'étain se trouvent ici réunies pour le placer au dernier rang.

Cependant ce serait trop s'avancer que de prétendre qu'on doit tout attribuer à la fusibilité, et rien du tout à la densité ; la nature ne se dépouille jamais d'une de ses propriétés en faveur d'une autre d'une manière absolue, c'est-à-dire de façon que la première n'influe en rien sur la seconde : ainsi, la densité peut bien entrer pour quelque chose dans le progrès de la chaleur ; mais au moins nous pouvons prononcer affirmativement que, dans les six métaux, elle n'y fait que très-peu, au lieu que la fusibilité y fait presque le tout.

Cette première vérité n'était connue ni des chimistes ni des physiciens : on n'aurait pas même imaginé que l'or, qui est plus de deux fois et demi plus dense que le fer, perd néanmoins sa chaleur un demi-tiers plus vite. Il en est de même du plomb, de l'argent et du cuivre, qui tous sont plus denses que le fer, et qui, comme l'or, s'échauffent et se refroidissent plus promptement; car, quoiqu'il ne soit question que du refroidissement dans ce second Mémoire, les expériences du Mémoire qui précède celui-ci démontrent, à n'en pouvoir douter, qu'il en est de l'entrée de la chaleur dans les corps comme de sa sortie, et que ceux qui la reçoivent le plus vite sont en même temps ceux qui la perdent le plus tôt.

Si l'on réfléchit sur les principes réels de la densité et sur la cause de la fusibilité, on sentira que la densité dépend absolument de la quantité de matière que la nature place dans un espace donné; que plus elle peut y en faire entrer, plus il y a de densité; et que l'or est, à cet égard, la substance qui de toutes contient le plus de matière relativement à son volume. C'est pour cette raison que l'on avait cru jusqu'ici qu'il fallait plus de temps pour échauffer ou refroidir l'or que les autres métaux. Il est en effet assez naturel de penser que, contenant sous le même volume le double ou le triple de matière, il faudrait le double ou le triple du temps pour la pénétrer de chaleur; et cela serait vrai si, dans toutes les substances, les parties constituantes étaient de la même figure, et, en conséquence, toutes arrangées de même. Mais, dans les unes comme dans les plus denses, les molécules de la matière sont probablement de figure assez régulière pour ne pas laisser entre elles de très-grands espaces vides ; dans d'autres moins denses, leurs figures plus irrégulières laissent des vides plus nombreux et plus grands; et dans les plus légères, les molécules étant en petit nombre et probablement de figure très-irrégulière, il se trouve mille et mille fois plus de vide que de plein : car on peut démontrer, par d'autres expériences, que le volume de la substance même la plus dense contient encore beaucoup plus d'espace vide que de matière pleine.

Or, la principale cause de la fusibilité est la facilité que les particules de la chaleur trouvent à séparer les unes des autres ces molécules de la matière pleine : que la somme des vides en soit plus ou moins grande, ce qui fait la densité ou la légèreté, cela est indifférent a la séparation des molécules qui constituent le plein, et la plus ou moins grande fusibilité dépend en entier de la force de cohérence qui tient unies ces parties massives et s'oppose plus ou moins à leur séparation. La dilatation du volume total est le premier degré de l'action de la chaleur ; et, dans les différents métaux, elle se fait dans le même ordre que la fusion de la masse, qui s'opère par un plus grand degré de chaleur ou de feu. L'étain, qui de tous se fond le plus promptement, est aussi celui qui se dilate le plus vite ; et le fer, qui est de tous le plus difficile à fondre, est de même celui dont la dilatation est la plus lente.

D'après ces notions générales, qui paraissent claires, précises et fondées sur des expériences que rien ne peut démentir, on serait porté à croire

que la ductilité doit suivre l'ordre de la fusibilité, parce que la plus ou moins grande ductilité semble dépendre dela plas ou moins grande adhésion des parties dans chaque métal; cependant cet ordre de la dactilité des métaux paraît avoir autant de rapport à l'ordre de la densité qu'à celui de leur fusibilité. Je dirais volontiers qu'il est en raison composée des deux autres; mais ce n'est que par estime et par une présomption qui n'est peut-être pas assez fondée; car il n'est pas aussi facile de déterminer au juste les différents degrés de la fusibilité que ceux de la densité; et comme la ductilité participe des deux, et qu'elle varie suivant les circoustances, nous n'avons pas encore acquis les connaissances uécessaires pour prononcer affirmativement sur ce sujet, qui est d'une assez grande importance pour mériter des recherches particulières. Le même métal traité à froid ou à chaud donne des résultats tont différents : la malléabilité est le premier indice de la ductilité; mais elle ne nous donne néanmoins qu'une notion assez imparfaite du point auquel la ductilité peut s'étendre. Le plomb, le plus souple, le plus malléable des métaux, ne peut se tirer à la filière en fils aussi flas que l'or, ou même que le fer, qui de tous est le moins malléable. D'ailleurs il faut aider la ductilité des métaux par l'addition du feu, sans quoi ils s'écrouissent et deviennent cassauts; le fer même, quoique le plus robuste de tous, s'écronit comme les autres.

Ainsi la dactilité d'un métal et l'étendue de continuité qu'il peut supporter dépendent non-seulement de sa densité et de sa fusibilité, mais eacore de la manière dont on le traite, de la percussioa plus lente ou plus prompte, et de l'addition de chaleur ou de feu qu'on lui donne à propos

II. Maintenant, si nons comparons les substances qu'on appelle *demi-métaux* et *minéraux métalliques* qui manquent de dactilité, nous verrons qae l'ordre de leur densité est : éméril, zinc, antimoine, bismuth; et que celui dans lequel ils reçoivent et perdent la chaleur est : antimoine, bismuth, zinc, éméril; ce qui ne suit en aucune façon l'ordre de leur densité, mais plutôt celui de leur fusibilité. L'éméril, qui est un minéral ferrugineux, quoiqu'une fois moins dense que le bismuth, coaserve la chaleur une fois plus longtemps; le zinc, plus léger que l'antimoine et le bismuth, conserve aussi la chaleur beaucoup plus longtemps; l'antimoiae et le bismuth la reçoivent et la gardent à peu près également. Il en est donc des demi-métaux et des minéraux métalliques comme des métaux : le rapport dans lequel ils reçoivent et perdent la chaleur est à peu près le même que celui de leur fusibilité, et ne tient que très-peu ou point du tout à celui de lenr densité.

Mais en joignant ensemble les six métaux et les quatre demi-métaux ou minéraux métalliques que j'ai soumis à l'épreuve, on verra que l'ordre des densités de ces dix substances minérales est :

Éméril, zinc, antimoine, étain, fer, cuivre, bismuth, étain, plomb, or :

Et que l'ordre dans lequel ces substances s'échauffent et se refroidissent est :

Antimoine, bismuth, étain, plomb, argent, zinc, or, cuivre, éméril, fer :

Dans lequel il y a deux choses qui ne paraissent pas bien d'accord avec l'ordre de la fusibilité :

1° L'antimoiae, qui devrait s'échauffer et se refroidir plus lentement que le plomb, puisqu'on a vu par les expériences de Newton, citées dans le mémoire précédent, que l'antimoine demande pour se fondre dix degrés de la même chaleur, dont il n'en faut que huit pour fondre le plomb; au lieu que, par mes expériences, il se trouve que l'antimoine s'échauffe et se refroidit plus vite que le plomb. Mais on observera que Newton s'est servi de régule d'antimoine, et que je n'ai employé dans mes expérieaces que de l'antimoine fondu : or le régule d'antimoine ou l'antimoine naturel est bien plus difficile à foadre que l'antimoine qui a déjà subi une première fusion; ainsi, cela ne fait point une exception à la règle. Au reste, j'ignore quel rapport il y aurait entre l'antimoine naturel ou régule d'antimoine et les autres matières que j'ai fait chauffer et refroidir; mais je présume, d'après l'expérience de Newton, qu'il s'échaufferait et se refroidirait plus lentement que le plomb.

2° L'on prétend que le zinc se foad bien plus aisément que l'argent; par conséquent il devrait se trouver avant l'argent dans l'ordre indiqué par mes expériences, si cet ordre était, dans tous les cas, relatif à celui de la fusibilité; et j'avoue que ce demi-métal semble, au premier coup d'œil, faire une exception à cette loi que suivent tous les autres. Mais il faut observer : 1° que la différence donnée par mes ex-

périences entre le zinc et l'argent est fort petite; 2° que le petit globe d'argent dont je me suis servi était de l'argent le plus pur, sans la moindre partie de cuivre ni d'autre alliage, et l'argent pur doit se fondre plus aisément et s'échauffer plus vite que l'argent mêlé de cuivre; 3° quoique le petit globe de zinc m'ait été donné par un de nos habiles chimistes [1], ce n'est peut-être pas du zinc absolument pur et sans mélange de cuivre, ou de quelqu'autre matière encore moins fusible. Comme ce soupçon m'était resté après toutes mes expériences faites, j'ai remis le globe de zinc à M. Rouelle, qui me l'avait donné, en le priant de s'assurer s'il ne contenait pas du fer ou du cuivre, ou quelque autre matière qui s'opposerait à sa fusibilité. Les épreuves en ayant été faites, M. Rouelle a trouvé dans ce zinc une quantité assez considérable de fer ou safran de mars : j'ai donc eu la satisfaction de voir que non-seulement mon soupçon était bien fondé, mais encore que mes expériences ont été faites avec assez de précision pour faire reconnaître un mélange dont il n'était pas aisé de se douter. Ainsi le zinc suit aussi exactement que les autres métaux et demi-métaux, dans le progrès de la chaleur, l'ordre de la fusibilité, et ne fait point une exception à la règle. On peut donc dire, en général, que le progrès de la chaleur dans les métaux, demi-métaux et minéraux métalliques, est en même raison, ou du moins en raison très-voisine de celle de leur fusibilité [2].

III. Les matières vitrescibles et vitrées que j'ai mises à l'épreuve, étant rangées suivant l'ordre de leur densité, sont :

Pierre ponce, porcelaine, ocre, glaise, verre, cristal de roche et grès; car je dois observer que, quoique le cristal ne soit porté dans la table des poids de chaque matière que pour six gros vingt-deux grains, il doit être supposé plus pesant d'environ un gros, parce qu'il était sensiblement trop petit; et c'est par cette raison que je l'ai exclu de la table générale des rapports, ayant rejeté toutes les expériences que j'ai faites avec ce globe trop petit. Néanmoins le résultat général s'accorde assez avec les autres, pour que je puisse le présenter. Voici donc l'ordre dans lequel ces différentes substances se sont refroidies :

Pierre ponce, ocre, porcelaine, glaise, verre, cristal et grès, qui, comme l'on voit, est le même que celui de la densité; car l'ocre ne se trouve ici avant la porcelaine que parce qu'étant une matière friable, il s'est diminué par le frottement qu'il a subi dans les expériences; et d'ailleurs sa densité diffère si peu de la porcelaine, qu'on peut les regarder comme égales.

Ainsi, la loi du progrès de la chaleur dans les matières vitrescibles et vitrées est relative à l'ordre de leur densité, et n'a que peu ou point de rapport avec leur fusibilité, par la raison qu'il faut, pour fondre toutes ces substances, un degré presque égal du feu le plus violent, et que les degrés particuliers de leur différentes fusibilités sont si près les uns des autres, qu'on ne peut pas en faire un ordre composé de termes distincts. Ainsi leur fusibilité presque égale ne faisant qu'un terme, qui est l'extrême de cet ordre de fusibilité, on ne doit pas être étonné de ce que le progrès de la chaleur suit ici l'ordre de la densité, et que ces différentes substances, qui toutes sont également difficiles à fondre, s'échauffent et se refroidissent plus lentement et plus vite, à proportion de la quantité de matières qu'elles contiennent.

On pourra m'objecter que le verre se fond plus aisément que la glaise, la porcelaine, l'ocre et la pierre ponce, qui néanmoins s'échauffent et se refroidissent en moins de temps que le verre; mais l'objection tombera lorsqu'on réfléchira qu'il faut, pour fondre le verre, un feu très-violent dont le degré est si éloigné des degrés de chaleur que reçoit le verre dans nos expériences sur le refroidissement, qu'il ne peut influer sur ceux-ci. D'ailleurs, en pulvérisant la glaise, la porcelaine, l'ocre et la pierre ponce, et leur donnant des fondants analogues, comme l'on en donne au sable pour le convertir en verre, il est plus que probable qu'on ferait fondre toutes ces matières au même degré de feu, et que par conséquent on doit regarder comme égale ou presque égale leur résistance à la fusion; et c'est par cette raison que la loi du progrès de la cha-

[1] M. Rouelle, démonstrateur de chimie aux écoles du Jardin du Roi.

[2] *Nota*. Le globe de zinc sur lequel ont été faites toutes les expériences s'étant trouvé mêlé d'une portion de fer, j'ai été obligé de substituer, dans la table générale, aux premiers rapports, de nouveaux rapports, que j'ai placés sous les autres : par exemple, le rapport du fer au zinc de 10000 à 7654 n'est pas le vrai rapport, et c'est celui de 10000 à 6804, écrit au-dessous, qu'il faut adopter. Il en est de même de toutes les autres corrections que j'ai faites d'un neuvième sur chaque nombre, parce que j'ai reconnu que la portion de fer contenue dans ce zinc avait diminué, au moins d'un neuvième, le progrès de la chaleur.

leur dans ces matières se trouve proportionnelle à l'ordre de leur densité.

IV. Les matières calcaires, rangées suivant l'ordre de leur densité, sont :

Craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun, marbre blanc.

L'ordre dans lequel elles s'échauffent et se refroidissent est : craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun et marbre blanc, qui, comme l'on voit, est le même que celui de leur densité. La fusibilité n'y entre pour rien, parce qu'il faut d'abord un très-grand degré de feu pour les calciner, et que, quoique la calcination en divise les parties, on ne doit en regarder l'effet que comme un premier degré de fusion, et non pas comme une fusion complète; toute la puissance des meilleurs miroirs ardents suffit à peine pour l'opérer. J'ai fondu et réduit en une espèce de verre quelques-unes de ces matières calcaires au foyer d'un de mes miroirs, et je me suis convaincu que ces matières peuvent, comme toutes les autres, se réduire ultérieurement en verre, sans y employer aucun foudant, et seulement par la force d'un feu bien supérieur à celui de nos fourneaux. Par conséquent, le terme commun de leur fusibilité est encore plus éloigné et plus extrême que celui des matières vitrées; et c'est par cette raison qu'elles suivent aussi plus exactement, dans le progrès de la chaleur, l'ordre de la densité.

Le gypse blanc, qu'on appelle improprement albâtre, est une matière qui se calcine, comme tous les autres plâtres, à un degré de feu plus médiocre que celui qui est nécessaire pour la calcination des matières calcaires : aussi ne suit-il pas l'ordre de la densité dans le progrès de la chaleur qu'il reçoit ou qu'il perd; car, quoique beaucoup plus dense que la craie, et un peu plus dense que la pierre calcaire blanche, il s'échauffe et se refroidit néanmoins bien plus promptement que l'une et l'autre de ces matières. Ceci nous démontre que la calcination et la fusion, plus ou moins faciles, produisent le même effet, relativement au progrès de la chaleur. Les matières gypseuses ne demandent pas, pour se calciner, autant de feu que les matières calcaires; et c'est par cette raison que, quoique plus denses, elles s'échauffent et se refroidissent plus vite.

Ainsi, on peut assurer, en général, *que le progrès de la chaleur, dans toutes les substances minérales, est toujours à très-peu près en raison de leur plus ou moins grande facilité à se calciner ou à se fondre;* mais que, quand leur calcination ou leur fusion sont *également difficiles, et qu'elles exigent un degré de chaleur extrême,* alors *le progrès de la chaleur se fait suivant l'ordre de leur densité.*

Au reste, j'ai déposé au Cabinet du Roi les globes d'or, d'argent et de toutes les autres substances métalliques et minérales qui ont servi aux expériences précédentes, afin de les rendre plus authentiques, en mettant à portée de les vérifier ceux qui voudraient douter de la vérité de leurs résultats, et de la conséquence générale que je viens d'en tirer.

TROISIÈME MÉMOIRE.

OBSERVATIONS

SUR LA NATURE DE LA PLATINE [1].

On vient de voir que de toutes les substances minérales que j'ai mises à l'épreuve, ce ne sont pas les plus denses, mais les moins fusibles, auxquelles il faut le plus de temps pour recevoir et perdre la chaleur : le fer et l'émeril, qui sont les matières métalliques les plus difficiles à fondre, sont en même temps celles qui s'échauffent et se refroidissent le plus lentement. Il n'y a dans la nature que la platine qui pourrait être encore moins accessible à la chaleur, et qui la conserverait plus longtemps que le fer. Ce minéral, dont on ne parle que depuis peu, paraît être encore plus difficile à fondre; le feu des meilleurs fourneaux n'est pas assez violent pour produire cet effet, ni même pour en agglutiner les petits grains, qui sont tous anguleux, émoussés, durs, et assez semblables pour la forme à de la grosse limaille de fer, mais d'une couleur un peu jaunâtre : et quoiqu'on puisse les faire couler sans addition de fondants, et les réduire en masse au foyer d'un bon miroir brûlant, la platine semble exiger plus de chaleur que la mine et la limaille de fer, que nous faisons aisément fondre à nos fourneaux de forge. D'ailleurs la densité de la platine étant beaucoup plus grande que celle du fer, les deux qualités de densité et de non fusibilité se réunissent ici pour

[1] Buffon fait partout le mot *platine* féminin, quoiqu'il soit masculin : nous avons cru devoir conserver le texte de ce grand naturaliste.

rendre cette matière la moins accessible de toutes au progrès de la chaleur. Je présume donc que la platine serait à la tête de ma table, et avant le fer, si je l'avais mise en expérience; mais il ne m'a pas été possible de m'en procurer un globe d'un pouce de diamètre : on ne la trouve qu'en grains[1]; et celle qui est en masse n'est pas pure, parce qu'on y a mêlé, pour la fondre, d'autres matières qui en ont altéré la nature. Un de mes amis[2], homme de beaucoup d'esprit, qui a la bonté de partager souvent mes vues, m'a mis à partée d'examiner cette substance métallique encore rare, et qu'on ne connait pas assez. Les chimistes qui ont travaillé sur la platine l'ont regardée comme un métal nouveau, parfait, propre, particulier et différent de tous les autres métaux : ils ont assuré que sa pesanteur spécifique était à très-peu près égale à celle de l'or; que néanmoins ce huitième métal différait d'ailleurs essentiellement de l'or, n'en ayant ni la ductilité ni la fusibilité. J'avoue que je suis dans une opinion différente et même tout opposée. Une matière qui n'a ni ductilité ni fusibilité ne doit pas être mise au nombre des métaux, dont les propriétés essentielles et communes sont d'être fusibles et ductiles. Et la platine, d'après l'examen que j'en ai pu faire, ne me parait pas être un nouveau métal différent de tous les autres, mais un mélange, un alliage de fer et d'or formé par la nature, dans lequel la quantité d'or semble dominer sur la quantité de fer; et voici les faits sur lesquels je crois pouvoir fonder cette opinion.

De huit onces trente-cinq grains de platine que m'a fournis M. d'Angivillers, et que j'ai présentés à une forte pierre d'aimant, il ne m'en est resté qu'une once un gros vingt-neuf grains; tout le reste a été enlevé par l'aimant, à deux gros près, qui ont été réduits en poudre qui s'est attachée aux feuilles de papier, et qui les a profondément noircies, comme je le dirai tout à l'heure. Cela fait donc à très-peu près six septièmes du total, qui ont été attirés par l'aimant; ce qui est une quantité si considérable, relativement au tout, qu'il est impossible de se refuser à croire que la fer ne soit contenu dans la substance intime de la platine, et qu'il n'y soit même en assez grande quantité. Il y a plus : c'est que si je ne m'étais pas lassé de ces expériences, qui ont duré plusieurs jours, j'aurais encore tiré par l'aimant une grande partie du restant de mes huit onces de platine; car l'aimant en attirait encore quelques grains un à un, et quelquefois deux, quand on a cessé de le présenter. Il y a donc beaucoup de fer dans la platine; et il n'y est pas simplement mêlé comme matière étrangère, mais intimement uni, et faisant partie de sa substance : ou, si l'on veut le nier, il faudra supposer qu'il existe dans la nature une seconde matière qui, comme le fer, est attirable par l'aimant; mais cette supposition gratuite tombera par les autres faits que je vais rapporter.

Toute la platine que j'ai eu occasion d'examiner m'a paru mélangée de deux matières différentes : l'une noire, et très-attirable par l'aimant; l'autre en plus gros grains, d'un blanc livide un peu jaunâtre, et beaucoup moins magnétique que la première. Entre ces deux matières, qui sont les deux extrêmes de cette espèce de mélange, se trouvent toutes les nuances intermédiaires, soit pour le magnétisme, soit pour la couleur et la grosseur des grains. Les plus magnétiques, qui sont en même temps les plus noirs et les plus petits, se réduisent aisément en poudre par un frottement assez léger, et laissent sur le papier blanc la même couleur que le plomb frotté. Sept feuilles de papier dont on s'est servi successivement pour exposer la platine à l'action de l'aimant, ont été noircies sur toute l'étendue qu'occupait la platine, les dernières feuilles moins que les premières, à mesure qu'elle se triait, et que les grains qui restaient étaient moins noirs et moins magnétiques. Les plus gros grains, qui sont les plus colorés et les moins magnétiques, au lieu de se réduire en poussière comme les petits grains noirs, sont au contraire très-durs et résistent à toute trituration; néanmoins ils sont susceptibles d'extension dans un mortier d'agate[1], sous les coups réitérés d'un pilon de même matière, et j'en ai aplati et étendu plusieurs grains au double et au triple de l'étendue de leur surface : cette partie de la platine a donc un certain degré de malléabilité et de ductilité, tandis que la partie noire

[1] Un homme digne de foi m'a néanmoins assuré qu'on trouve quelquefois de la platine en masse, et qu'il en avait vu un morceau de vingt livres pesant, qui n'avait point été fondu, mais tiré de la mine même.

[2] M. le comte de la Billarderie d'Angivillers, de l'Académie des Sciences, intendant en survivance du Jardin et du Cabinet du Roi.

[1] *Nota*. Je n'ai pas voulu les étendre sur le tas d'acier, dans la crainte de leur communiquer plus de magnétisme qu'il n'en ont naturellement.

ne paraît être ni malléable ni ductile. Les grains intermédiaires participent des qualités des deux extrêmes; ils sont aigres et durs, ils se cassent ou s'étendent plus difficilement sous les coups du pilon, et donnent un peu de poudre noire, mais moins noire que la première.

Ayant recueilli cette poudre noire et les grains les plus magnétiques que l'aimant avait attirés les premiers, j'ai reconnu que le tout était du vrai fer, mais dans un état différent du fer ordinaire. Celui-ci, réduit en poudre et en limaille, se charge de l'humidité et se rouille aisément : à mesure que la rouille le gagne, il devient moins magnétique et finit absolument par perdre cette qualité magnétique, lorsqu'il est entièrement et intimement rouillé; au lieu que cette poudre de fer, ou, si l'on veut, ce sablon ferrugineux qui se trouve dans la platine, est au contraire inaccessible à la rouille quelque longtemps qu'il soit exposé à l'humidité; il est aussi plus infusible et beaucoup moins dissoluble que le fer ordinaire; mais ce n'en est pas moins du fer, qui ne m'a paru différer du fer connu que par une plus grande pureté. Ce sablon est en effet du fer absolument dépouillé de toutes les parties combustibles, salines et terreuses, qui se trouvent dans le fer ordinaire et même dans l'acier : il paraît enduit et recouvert d'un vernis vitreux qui le défend de toute altération. Et ce qu'il y a de très-remarquable, c'est que ce sablon de fer pur n'appartient pas exclusivement, à beaucoup près, à la mine de platine; j'en ai trouvé, quoique toujours en petite quantité, dans plusieurs endroits où l'on a fouillé les mines de fer qui se consomment à mes forges. Comme je suis dans l'usage de soumettre à plusieurs épreuves toutes les mines que je fais exploiter, avant de me déterminer à les faire travailler en grand pour l'usage de mes fourneaux, je fus assez surpris de voir que dans quelques-unes de ces mines, qui toutes sont en grains, et dont aucune n'est attirable par l'aimant, il se trouvait néanmoins des particules de fer un peu arrondies et luisantes comme de la limaille de fer, et tout à fait semblables au sablon ferrugineux de la platine; elles sont tout aussi magnétiques, tout aussi peu fusibles, tout aussi difficilement dissolubles. Tel fut le résultat de la comparaison que je fis du sablon de la platine, et de ce sablon trouvé dans deux de mes mines de fer, à trois pieds de profondeur, dans des terrains où l'eau pénètre assez facilement. J'avais peine à concevoir d'où pouvaient provenir ces particules de fer; comment elles avaient pu se défendre de la rouille depuis des siècles qu'elles sont exposées à l'humidité de la terre; enfin, comment ce fer très-magnétique pouvait avoir été produit dans des veines de mines qui ne le sont point du tout. J'ai appelé l'expérience à mon secours, et je me suis assez éclairé sur tous ces points pour être satisfait. Je savais, par un grand nombre d'observations, qu'aucune de nos mines de fer en grains n'est attirable par l'aimant : j'étais bien persuadé, comme je le suis encore, que toutes les mines de fer qui sont magnétiques n'ont acquis cette propriété que par l'action du feu; que les mines du nord, qui sont assez magnétiques pour qu'on les cherche avec la boussole, doivent leur origine à l'élément du feu, tandis que toutes nos mines en grains, qui ne sont point du tout magnétiques, n'ont jamais subi l'action du feu, et n'ont été formées que par le moyen ou l'intermède de l'eau. Je pensais donc que ce sablon ferrugineux et magnétique, que je trouvais en petite quantité dans mes mines de fer, devait son origine au feu; et ayant examiné le local, je me confirmai dans cette idée. Le terrain où se trouve ce sablon magnétique est en bois, de temps immémorial; on y a fait très-anciennement, et on y fait tous les jours, des fourneaux de charbon : il est aussi plus que probable qu'il y a eu dans ces bois des incendies considérables. Le charbon et le bois brûlé, surtout en grande quantité, produisent du mâchefer, et ce mâchefer renferme la partie la plus fixe du fer que contiennent les végétaux : c'est ce fer fixe qui forme le sablon dont il est question, lorsque le mâchefer se décompose par l'action de l'air, du soleil et des pluies; car alors ces particules de fer pur, qui ne sont point sujettes à la rouille ni à aucune autre espèce d'altération, se laissent entraîner par l'eau, et pénètrent dans la terre avec elle à quelques pieds de profondeur. On pourra vérifier ce que j'avance ici, en faisant broyer du mâchefer bien brûlé; on y trouvera toujours une petite quantité de ce fer pur, qui, ayant résisté à l'action du feu, résiste également à celle des dissolvants, et ne donne point de prise à la rouille [1].

[1] J'ai reconnu dans le Cabinet d'histoire naturelle, des sablons ferrugineux de même espèce que celui de mes mines, qui m'ont été envoyés de différents endroits, et qui sont également magnétiques. On en trouve à Quimper en Bretagne, en Danemarck, en Sibérie, à Saint-Domingue; et les ayant tous comparés, j'ai vu que le sablon ferrugineux de Quimper était

M'étant satisfait sur ce point, et après avoir comparé le sablon tiré de mes mines de fer et du mâchefer avec celui de la platine assez pour ne pouvoir douter de leur identité, je ne fus pas longtemps à penser, vu la pesanteur spécifique de la platine, que si ce sablon de fer pur, provenant de la décomposition du mâchefer, au lieu d'être dans une mine de fer, se trouvait dans le voisinage d'une mine d'or, il aurait, en s'unissant à ce dernier métal, formé un alliage qui serait absolument de la même nature que la platine. On sait que l'or et le fer ont un grand degré d'affinité; on sait que la plupart des mines de fer contiennent une petite quantité d'or; on sait donner à l'or la teinture, la couleur et même l'aigre du fer, en les faisant fondre ensemble : on emploie cet or couleur de fer sur différents bijoux d'or, pour en varier les couleurs; et cet or, mêlé de fer, est plus ou moins gris et plus ou moins aigre, suivant la quantité de fer qui entre dans le mélange. J'en ai vu d'une teinte absolument semblable à la couleur de la platine. Ayant demandé à un orfèvre quelle était la proportion de l'or et du fer dans ce mélange, qui était de la couleur de la platine, il me dit que l'or de 24 karats n'était plus qu'à 18 karats, et qu'il y entrait un quart de fer. On verra que c'est à peu près la proportion qui se trouve dans la platine naturelle, si l'on en juge par la pesanteur spécifique. Cet or, mêlé de fer, est plus dur, plus aigre et spécifiquement moins pesant que l'or pur. Toutes ces convenances, toutes ces qualités communes avec la platine, m'ont persuadé que ce prétendu métal n'est dans le vrai qu'un alliage d'or et de fer, et non pas une substance particulière, un métal nouveau, parfait, et différent de tous les autres métaux, comme les chimistes l'ont avancé.

On peut d'ailleurs se rappeler que l'alliage aigrit tous les métaux, et que quand il y a pénétration, c'est-à-dire augmentation dans la pesanteur spécifique, l'alliage en est d'autant plus aigre que la pénétration est plus grande, et le mélange devenu plus intime, comme on le reconnaît dans l'alliage appelé *métal des cloches*, quoiqu'il soit composé de deux métaux très-ductiles. Or, rien n'est plus aigre ni plus pesant que la platine : cela seul aurait dû faire soupçonner que ce n'est qu'un alliage fait par la nature, un mélange de fer et d'or, qui doit sa pesanteur spécifique en partie à ce dernier métal, et peut-être aussi en grande partie à la pénétration des deux matières dont il est composé.

Néanmoins, cette pesanteur spécifique de la platine n'est pas aussi grande que nos chimistes l'ont publié. Comme cette matière, traitée seule et sans addition de fondants, est très-difficile à réduire en masse, qu'on n'en peut obtenir au feu du miroir brûlant que de très-petites masses, et que les expériences hydrostatiques faites sur de petits volumes sont si défectueuses, qu'on n'en peut rien conclure, il me paraît qu'on s'est trompé sur l'estimation de la pesanteur spécifique de ce minéral. J'ai mis de la poudre d'or dans un petit tuyau de plume, que j'ai pesé très-exactement; j'ai mis dans le même tuyau un égal volume de platine, il pesait près d'un dixième de moins : mais cette poudre d'or était beaucoup trop fine en comparaison de la platine. M. Tillet, qui joint à une connaissance approfondie des métaux le talent rare de faire des expériences avec la plus grande précision, a bien voulu répéter, à ma prière, celle de la pesanteur spécifique de la platine comparée à l'or pur. Pour cela, il s'est servi, comme moi, d'un tuyau de plume, et il a fait couper à la cisaille de l'or à 24 karats, réduit autant qu'il était possible à la grosseur des grains de la platine, et il a trouvé, par huit expériences, que la pesanteur de la platine différait de celle de l'or pur d'un quinzième à très-peu près; mais nous avons observé tous deux que les grains d'or, coupés à la cisaille, avaient les angles beaucoup plus vifs que la platine. Celle-ci, vue à la loupe, est à peu près de la forme des galets roulés par l'eau; tous les angles sont émoussés; elle est même douce au toucher, au lieu que les grains de cet or coupés à la cisaille avaient des angles vifs et des pointes tranchantes, en sorte qu'ils ne pouvaient pas s'ajuster ni s'entasser les uns sur les autres aussi aisément que ceux de la platine; tandis qu'au contraire la poudre d'or, dont je me suis servi, était de l'or en paillettes, telles que

celui qui ressemblait le plus au mien, et qu'il n'en différait que par un peu plus de pesanteur spécifique. Celui de Saint-Domingue est plus léger, celui de Danemarck est moins pur et plus mélangé de terre, et celui de Sibérie est en masse et en morceaux gros comme le pouce, solides, pesants, et que l'aimant soulève à peu près comme si c'était une masse de fer pur. On peut donc présumer que ces sablons magnétiques, provenant du mâchefer, se trouvent aussi communément que le mâchefer même, mais seulement en bien plus petite quantité. Il est rare qu'on en trouve des amas un peu considérables, et c'est par cette raison qu'ils ont échappé, pour la plupart, aux recherches des minéralogistes.

les arpailleurs les trouvent dans le sable des rivières. Ces paillettes s'ajustent beaucoup mieux les unes contre les autres. J'ai trouvé environ un dixième de différence entre le poids spécifique de ces paillettes et celui de la platine : néanmoins ces paillettes ne sont pas ordinairement d'or pur, il s'en faut souvent plus de deux ou trois karats ; ce qui en doit diminuer en même rapport la pesanteur spécifique. Ainsi, tout bien considéré et comparé, nous avons cru qu'on pouvait maintenir le résultat de mes expériences, et assurer que la platine en grains, et telle que la nature la produit, est au moins d'un onzième ou d'un douzième moins pesante que l'or. Il y a toute apparence que cette erreur de fait sur la densité de la platine vient de ce qu'on ne l'aura pas pesée dans son état de nature, mais seulement après l'avoir réduite en masse ; et comme cette fusion ne peut se faire que par l'addition d'autres matières et à un feu très-violent, ce n'est plus de la platine pure, mais un composé dans lequel sont entrées des matières fondantes, et duquel le feu a enlevé les parties les plus légères.

Ainsi la platine, au lieu d'être d'une densité égale ou presque égale à celle de l'or pur, comme l'ont avancé les auteurs qui en ont écrit, n'est que d'une densité moyenne entre celle de l'or et celle du fer, et seulement plus voisine de celle de ce premier métal que de celle du dernier. Supposant donc que le pied cube d'or pèse treize cent vingt-six livres, et celui du fer pur cinq cent quatre-vingts livres, celui de la platine en grains se trouvera peser environ onze cent quatre-vingt-quatorze livres ; ce qui supposerait plus de trois quarts d'or sur un quart de fer dans cet alliage, s'il n'y a pas de pénétration : mais, comme on en tire six septièmes à l'aimant, on pourrait croire que le fer y est en quantité de plus d'un quart, d'autant plus qu'en s'obstinant à cette expérience, je suis persuadé qu'on viendrait à bout d'enlever, avec un fort aimant, toute la platine jusqu'au dernier grain. Néanmoins, on n'en doit pas conclure que le fer y soit contenu en si grande quantité ; car, lorsqu'on le mêle par la fonte avec l'or, la masse qui résulte de cet alliage est attirable par l'aimant, quoique le fer n'y soit qu'en petite quantité. J'ai vu, entre les mains de M. Beaumé, un bouton de cet alliage pesant soixante-six grains, dans lequel il n'était entré que six grains, c'est-à-dire un onzième de fer ; et ce bouton se laissait enlever aisément par un bon aimant. Dès lors la platine pourrait bien ne contenir qu'un onzième de fer sur dix onzièmes d'or, et donner néanmoins tous les mêmes phénomènes, c'est-à-dire être attirée en entier par l'aimant ; et cela s'accorderait parfaitement avec la pesanteur spécifique, qui est d'un dixième ou d'un douzième moindre que celle de l'or.

Mais ce qui me fait présumer que la platine contient plus d'un onzième de fer sur dix onzièmes d'or, c'est que l'alliage qui résulte de cette proportion est encore couleur d'or et beaucoup plus jaune que ne l'est la platine la plus colorée, et qu'il faut un quart de fer sur trois quarts d'or pour que l'alliage ait précisément la couleur naturelle de la platine. Je suis donc très-porté à croire qu'il pourrait bien y avoir cette quantité d'un quart de fer dans la platine. Nous nous sommes assurés, M. Tillet et moi, par plusieurs expériences, que le sablon de ce fer pur que contient la platine est plus pesant que la limaille de fer ordinaire. Ainsi cette cause, ajoutée à l'effet de la pénétration, suffit pour rendre raison de cette grande quantité de fer contenue sous le petit volume indiqué par la pesanteur spécifique de la platine.

Au reste, il est très-possible que je me trompe dans quelques-unes des conséquences que j'ai cru devoir tirer de mes observations sur cette substance métallique : je n'ai pas été à portée d'en faire un examen aussi approfondi que je l'aurais voulu ; ce que j'en dis n'est que ce que j'ai vu, et pourra peut-être servir à faire voir mieux.

PREMIÈRE ADDITION.

Comme j'étais sur le point de livrer ces feuilles à l'impression, le hasard fit que je parlai de mes idées sur la platine à M. le comte de Milly, qui a beaucoup de connaissances en physique et en chimie : il me répondit qu'il pensait à peu près comme moi sur la nature de ce minéral. Je lui donnai le Mémoire ci-dessus pour l'examiner, et, deux jours après, il eut la bonté de m'envoyer les observations suivantes, que je crois aussi bonnes que les miennes, et qu'il m'a permis de publier ensemble.

« J'ai pesé exactement trente-six grains de « platine ; je l'ai étendue sur une feuille de pa- « pier blanc, pour pouvoir mieux l'observer avec « une bonne loupe : j'y ai aperçu ou j'ai cru y

« apercevoir très-distinctement trois substances « différentes : la première avait le brillant métallique, elle était la plus abondante ; la seconde, vitriforme, tirant sur le noir, ressemble assez à une matière métallique ferrugineuse « qui aurait subi un degré de feu considérable, « telles que des scories de fer, appelées vulgairement *machefer* ; la troisième, moins abondante que les deux premières, est du sable de « toutes couleurs, où cependant le jaune, couleur de topaze, domine. Chaque grain de sable, considéré à part, offre à la vue des cristaux réguliers de différentes couleurs ; j'en ai « remarqué de cristallisés en aiguilles hexagones, se terminant en pyramide comme le cristal de roche, et il m'a semblé que ce sable « n'était qu'un *detritus* de cristaux de roche « ou de quartz de différentes couleurs.

« Je formai le projet de séparer, le plus exactement possible, ces différentes substances « par le moyen de l'aimant, et de mettre à part « la partie la plus attirable à l'aimant, d'avec « celle qui l'était moins, et enfin de celle qui ne « l'était pas du tout ; ensuite d'examiner chaque substance en particulier et de les soumettre à différentes épreuves chimiques et « mécaniques.

« Je mis à part les parties de la platine qui « furent attirées avec vivacité à la distance de « deux ou trois lignes, c'est-à-dire sans le contact de l'aimant, et je me servis, pour cette « expérience, d'un bon aimant factice de « M. l'abbé... ; ensuite je touchai avec ce même « aimant le métal, et j'en enlevai tout ce qui « voulut céder à l'effort magnétique, que je mis « à part : je pesai ce qui était resté et qui n'était presque plus attirable ; cette matière non « attirable, et que je nommerai n° 4, pesait « vingt-trois grains ; n° 1er, qui était le plus sensible à l'aimant, pesait quatre grains ; n° 2 « pesait de même quatre grains ; et n° 3, cinq « grains.

« N° 1er, examiné à la loupe, n'offrait à la « vue qu'un mélange de parties métalliques, « d'un blanc sale tirant sur le gris, aplaties et « arrondies en forme de galets et de sable noir « vitriforme, ressemblant à du mâchefer pilé, « dans lequel on aperçoit des parties très-rouillées, enfin telles que les scories de fer en « présentent lorsqu'elles ont été exposées à « l'humidité.

« N° 2 présentait à peu près la même chose, « à l'exception que les parties métalliques dominaient, et qu'il n'y en avait que très-peu de « rouillées.

« N° 3 était la même chose : mais les parties « métalliques étaient plus volumineuses ; elles « ressemblaient à du métal fondu, et qui a été « jeté dans l'eau pour le diviser en grenailles : « elles sont aplaties ; elles affectent toutes sortes « de figures, mais arrondies sur les bords, à la « manière des galets qui ont été roulés et polis « par les eaux.

« N° 4, qui n'avait point été enlevé par l'aimant, mais dont quelques parties donnaient « encore les marques de sensibilité au magnétisme, lorsqu'on passait l'aimant sous le papier où elles étaient étendues, était un mélange de sable, de parties métalliques et de « vrai mâche-fer friable sous les doigts, qui « noircissait à la manière du mâchefer ordinaire. « Le sable semblait être composé de petits cristaux de topaze, de cornaline et de cristal de « roche ; j'en écrasai quelques cristaux sur un « tas d'acier, et la poudre qui en résulta était « comme du vernis réduit en poudre. Je fis la « même chose au mâchefer : il s'écrasa avec la « plus grande facilité, et il m'offrit une poudre « noire ferrugineuse qui noircissait le papier « comme le mâchefer ordinaire.

« Les parties métalliques de ce dernier (n° 4) « me parurent plus ductiles sous le marteau que « celles du n° 1er, ce qui me fit croire qu'elles « contenaient moins de fer que les premières ; « d'où il s'ensuit que la platine pourrait fort bien « n'être qu'un mélange de fer et d'or fait par la « nature, ou peut-être de la main des hommes, « comme je le dirai par la suite.

« Je tâcherai d'examiner, par tous les moyens « qui me seront possibles, la nature de la platine, si je peux en avoir à ma disposition en « suffisante quantité ; en attendant, voici les « expériences que j'ai faites.

« Pour m'assurer de la présence du fer dans la « platine par des moyens chimiques, je pris les « deux extrêmes, c'est-à-dire n° 1er qui était très-attirable à l'aimant, et n° 4 qui ne l'était pas ; « je les arrosai avec de l'esprit de nitre un peu « fumant : j'observai avec la loupe ce qui en résulterait ; mais je n'y aperçus aucun mouvement d'effervescence. J'y ajoutai de l'eau distillée, et il ne se fit encore aucun mouvement ; « mais les parties métalliques se décapèrent, et « elles prirent un nouveau brillant semblable à

« celui de l'argent. J'ai laissé ce mélange tran-« quille pendant cinq à six minutes; et, ayant « encore ajouté de l'eau, j'y laissai tomber quel-« ques gouttes de la liqueur alcaline saturée de « la matière colorante du bleu de Prusse, et sur-« le-champ le n° 1er me donna un très-beau bleu « de Prusse.

« Le n° 4 ayant été traité de même, et, quoi-« qu'il se fût refusé à l'action de l'aimant et à « celle de l'esprit de nitre, me donna de même « que le n° 1er du très-beau bleu de Prusse.

« Il y a deux choses fort singulières à remar-« quer dans ces expériences. 1° Il passe pour « constant parmi les chimistes qui ont traité « de la platine, que l'eau-forte ou l'esprit de « nitre n'a aucune action sur elle ; cependant, « comme on vient de le voir, il s'en dissout as-« sez, quoique sans effervescence, pour donner « du bleu de Prusse lorsqu'on y ajoute de la li-« queur alcaline phlogistiquée et saturée de la « matière colorante, qui, comme on sait, pré-« cipite le fer en bleu de Prusse.

« 2° La platine qui n'est pas sensible à l'ai-« mant n'en contient pas moins du fer, puisque « l'esprit de nitre en dissout assez, sans occa-« sionner d'effervescence, pour former du bleu « de Prusse.

« D'où il s'ensuit que cette substance, que « les chimistes modernes, peut-être trop avides « du merveilleux et de vouloir donner du nou-« veau, regardent comme un huitième métal, « pourrait bien n'être, comme je l'ai dit, qu'un « mélange d'or et de fer.

« Il reste sans doute bien des expériences à « faire pour pouvoir déterminer comment ce « mélange a pu avoir lieu ; si c'est l'ouvrage de « la nature, et comment; ou si c'est le produit « de quelque volcan, ou simplement le produit « des travaux que les Espagnols ont faits dans « le Nouveau-Monde pour retirer l'or des mines « du Pérou : je ferai mention par la suite de « mes conjectures là-dessus.

« Si l'on frotte de la platine naturelle sur un « linge blanc, elle le noircit comme pourrait le « faire le mâchefer ordinaire; ce qui m'a fait « soupçonner que ce sont les parties de fer ré-« duites en mâchefer qui se trouvent dans la « platine, qui donnent cette couleur, et qui ne « sont dans cet état que pour avoir éprouvé « l'action d'un feu violent. D'ailleurs ayant exa-« miné une seconde fois de la platine avec ma « loupe, j'y aperçus différents globules de mer-« cure coulant; ce qui me fit imaginer que la « platine pourrait bien être un produit de la « main des hommes, et voici comment.

« La platine, à ce qu'on m'a dit, se tire des « mines les plus anciennes du Pérou, que les « Espagnols ont exploitées après la conquête du « Nouveau-Monde. Dans ces temps reculés, on « ne connaissait guère que deux manières d'ex-« traire l'or des sables qui le contenaient : 1° par « l'amalgame du mercure; 2° par le départ à « sec : on triturait le sable aurifère avec du mer-« cure, et lorsqu'on jugeait qu'il s'était chargé « de la plus grande partie de l'or, on rejetait le « sable qu'on nommait *crasse*, comme inutile « et de nulle valeur.

« Le départ à sec se faisait avec aussi peu « d'intelligence. Pour y vaquer, on commençait « par minéraliser les métaux aurifères par le « moyen du soufre, qui n'a point d'action sur « l'or, dont la pesanteur spécifique est plus « grande que celle des autres métaux; mais « pour faciliter sa précipitation, on ajoutait du « fer en limaille qui s'empare du soufre sura-« bondant, méthode qu'on suit encore aujour-« d'hui[1]. La force du feu vitrifie une partie du « fer; l'autre se combine avec une petite por-« tion d'or et même d'argent qui se mêle avec « les scories, d'où on ne peut le retirer que par « plusieurs fontes, et sans être bien instruit des « intermèdes convenables que les docimasistes « emploient. La chimie, qui s'est perfectionnée « de nos jours, donne à la vérité les moyens de « retirer cet or et cet argent en plus grande par-« tie : mais, dans le temps où les Espagnols ex-« ploitaient les mines du Pérou, ils ignoraient « sans doute l'art de traiter les mines avec le plus « grand profit; et d'ailleurs, ils avaient de si « grandes richesses à leur disposition, qu'ils « négligeaient vraisemblablement les moyens « qui leur auraient coûté de la peine, des soins « et du temps. Ainsi il y a apparence qu'ils « se contentaient d'une première fonte, et je-« taient les scories comme inutiles, ainsi que le « sable qui avait passé par le mercure; peut-être « même ne faisaient-ils qu'un tas de ces deux « mélanges, qu'ils regardaient comme de nulle « valeur.

« Ces scories contenaient encore de l'or, beau-« coup de fer sous différents états, et cela en

[1] Voyez les Éléments docimastiques de Cramer; l'Art de traiter les mines, par Schulter, Schindeler, etc.

« des proportions différentes qui nous sont in- « connues, mais qui sont telles peut-être qu'elles « peuvent avoir donné l'existence à la platine. « Les globules de mercure que j'ai observés, et « les paillettes d'or que j'ai vues distinctement, « à l'aide d'une bonne loupe, dans la platine « que j'ai eue entre les mains, m'ont fait naître « les idées que je viens d'écrire sur l'origine de « ce métal; mais je ne les donne que comme « des conjectures hasardées : il faudrait, pour « en acquérir quelque certitude, savoir au juste « où sont situées les mines de la platine; si elles « ont été exploitées anciennement; si on la tire « d'un terrain neuf, ou si ce ne sont que des « décombres; à quelle profondeur on la trouve, « et enfin si la main des hommes y est expri- « mée ou non. Tout cela pourrait aider à véri- « fier ou à détruire les conjectures que j'ai avan- « cées [1]. »

REMARQUES.

Ces observations de M. le comte de Milly confirment les miennes dans presque tous les points. La nature est une, et se présente toujours la même à ceux qui la savent observer: ainsi l'on ne doit pas être surpris que, sans aucune communication, M. de Milly ait vu les mêmes choses que moi, et qu'il en ait tiré la même conséquence, que la platine n'est point un nouveau métal, différent de tous les autres métaux, mais un mélange de fer et d'or. Pour concilier encore de plus près ses observations avec les miennes, et pour éclaircir en même temps les doutes qui restent en grand nombre sur l'origine et sur la formation de la platine, j'ai cru devoir ajouter les remarques suivantes :

1° M. le comte de Milly distingue dans la platine trois espèces de matières, savoir : deux métalliques, et la troisième non métallique, de substance et de forme quartzeuse ou cristalline. Il a observé, comme moi, que, des deux matières métalliques, l'une est très-attirable par l'aimant, et que l'autre l'est très-peu ou point du tout. J'ai fait mention de ces deux matières comme lui; mais je n'ai pas parlé de la troisième, qui n'est pas métallique, parce qu'il n'y en avait point ou très-peu dans la platine sur laquelle j'ai fait mes observations. Il y a apparence que la platine dont s'est servi M. de Milly était moins pure que la mienne, que j'ai observée avec soin, et dans laquelle je n'ai vu que quelques petits globules transparents comme du verre blanc fondu, qui étaient unis à des particules de platine ou de sablon ferrugineux, et qui se laissaient enlever ensemble par l'aimant. Ces globules transparents étaient en très-petit nombre; et dans huit onces de platine que j'ai bien regardée et fait regarder à d'autres avec une loupe très-forte, on n'a point aperçu de cristaux réguliers. Il m'a paru au contraire que toutes les particules transparentes étaient globuleuses comme du verre fondu, et toutes attachées à des parties métalliques, comme le laitier s'attache au fer lorsqu'on le fond. Néanmoins, comme je ne doutais point du tout de la vérité de l'observation de M. de Milly, qui avait vu dans sa platine des particules quartzeuses et cristallines de forme régulière et en grand nombre, j'ai cru ne devoir pas me borner à l'examen de la seule platine dont j'ai parlé ci-devant : j'en ai trouvé au Cabinet du roi que j'ai examinée avec M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, et qui nous a paru à tous deux bien moins pure que la première; et nous y avons en effet remarqué un grand nombre de petits cristaux prismatiques et transparents, les uns couleur de rubis-balais, d'autres couleur de topaze, et d'autres enfin parfaitement blancs. Ainsi M. le comte de Milly ne s'était point trompé dans son observation; mais ceci prouve seulement qu'il y a des mines de platine bien plus pures les unes que les autres, et que, dans celles qui le sont le plus, il ne se trouve point de ces corps étrangers. M. Daubenton a aussi remarqué quelques grains aplatis par-dessous et renflés par-dessus, comme serait une goutte de métal fondu qui se serait refroidie sur un plan. J'ai vu très-distinctement un de ces grains hémisphériques, et cela pourrait indiquer que la platine est une matière qui a été fondue par le feu : mais il est bien singulier que dans cette matière fondue par le feu on trouve de petits cristaux, des topazes et des rubis, et je ne sais si l'on ne doit pas soupçonner de la fraude de la part de ceux qui ont fourni cette platine, et qui, pour en augmenter la quantité, auront pu la mêler avec ces sables cristallins; car, je le répète, je n'ai point trouvé de ces cristaux dans plus d'une demi-livre de platine

[1] M. le baron de Sickingen, ministre de l'électeur palatin, a dit à M. de Milly avoir actuellement entre les mains deux Mémoires qui lui ont été remis par M. Kellner, chimiste et métallurgiste, attaché à M. le prince de Birckenfeld, à Manheim, qui offre à la cour d'Espagne de rendre à peu près autant d'or pesant qu'on lui livrera de platine.

que m'a donnée M. le comte d'Angiviliers.

2° J'ai trouvé, comme M. de Milly, des paillettes d'or dans la platine; elles sont aisées à reconnaître par leur couleur, et parce qu'elles ne sont point du tout magnétiques : mais j'avoue que je n'ai pas aperçu les globules de mercure qu'a vus M. de Milly. Je ne veux pas pour cela nier leur existence; seulement il me semble que les paillettes d'or se trouvant avec ces globules de mercure dans la même matière, elles seraient bientôt amalgamées, et ne conserveraient pas la couleur jaune de l'or que j'ai remarquée dans toutes les paillettes d'or que j'ai pu trouver dans une demi-livre de platine [1]. D'ailleurs les globules transparents dont je viens de parler ressemblent beaucoup à des globules de mercure vif et brillant, en sorte qu'au premier coup d'œil il est aisé de s'y tromper.

3° Il y avait beaucoup moins de parties ternes et rouillées dans ma première platine que dans celle de M. Milly; et ce n'est pas proprement de la rouille qui couvre la surface de ces particules ferrugineuses, mais une substance noire, produite par le feu, et tout à fait semblable à celle qui couvre la surface du fer brûlé : mais ma seconde platine, c'est-à-dire celle que j'ai prise au Cabinet du roi, avait encore de commun avec celle de M. le comte de Milly d'être mélangée de quelques parties ferrugineuses, qui sous le marteau se réduisaient en poussière jaune et avaient tous les caractères de la rouille. Ainsi cette platine du Cabinet du roi, et celle de M. de Milly, se ressemblant à tous égards, il est vraisemblable qu'elles sont venues du même endroit et par la même voie; je soupçonne même que toutes deux ont été sophistiquées et mélangées de près de moitié avec des matières étrangères, cristallines et ferrugineuses rouillées, qui ne se trouvent pas dans la platine naturelle.

4° La production du bleu de Prusse par la platine me paraît prouver évidemment la présence du fer dans la partie même de ce minéral qui est la moins attirable à l'aimant, et confirmer en même temps ce que j'ai avancé du mélange intime du fer dans sa substance. Le décapement de la platine par l'esprit de nitre prouve que, quoiqu'il n'y ait point d'effervescence sensible, cet acide ne laisse pas d'agir sur la platine d'une manière évidente, et que les auteurs qui ont assuré le contraire ont suivi leur routine ordinaire, qui consiste à regarder comme nulle toute action qui ne produit pas l'effervescence. Ces deux expériences de M. de Milly me paraissent très-importantes; elles seraient même décisives si elles réussissaient toujours également.

5° Il nous manque en effet beaucoup de connaissances qui seraient nécessaires pour pouvoir prononcer affirmativement sur l'origine de la platine. Nous ne savons rien de l'histoire naturelle de ce minéral, et nous ne pouvons trop exhorter ceux qui sont à portée de l'examiner sur les lieux, de nous faire part de leurs observations. En attendant, nous sommes forcés de nous borner à des conjectures, dont quelques-unes me paraissent seulement plus vraisemblables que les autres. Par exemple, je ne crois pas que la platine soit l'ouvrage des hommes; les Mexicains et les Péruviens savaient fondre et travailler l'or avant l'arrivée des Espagnols, et ils ne connaissaient pas le fer, qu'il aurait néanmoins fallu employer, dans le départ à sec, en grande quantité. Les Espagnols eux-mêmes n'ont point établi de fourneaux à fondre les mines de fer en cette contrée, dans les premiers temps qu'ils l'ont habitée. Il y a donc toute apparence qu'ils ne se sont pas servis de limaille de fer pour le départ de l'or, du moins dans les commencements de leurs travaux, qui d'ailleurs ne remontent pas à deux siècles et demi, temps beaucoup trop court pour une production aussi abondante que celle de la platine, qu'on ne laisse pas de trouver en assez grande quantité dans plusieurs endroits.

D'ailleurs, lorsqu'on mêle de l'or avec du fer, en les faisant fondre ensemble, on peut toujours, par les voies chimiques, les séparer et retirer l'or en entier; au lieu que jusqu'à présent les chimistes n'ont pu faire cette séparation dans la platine, ni déterminer la quantité d'or contenue dans ce minéral. Cela semble prouver que l'or y est uni d'une manière plus intime que dans l'alliage ordinaire, et que le fer y est aussi, comme je l'ai dit, dans un état différent de celui du fer commun. La platine ne me paraît donc pas être l'ouvrage de l'homme, mais le produit de la nature, et je suis très-porté à croire qu'elle doit sa première origine au feu des volcans. Le fer brûlé, autant qu'il est possible, intimement uni avec l'or par la sublimation ou par la fu-

[1] J'ai trouvé depuis dans d'autre platine des paillettes d'or qui n'étaient pas jaunes, mais brunes et même noires comme le sablon ferrugineux de la platine, qui probablement leur avait donné cette couleur noirâtre.

sion, peut avoir produit ce minéral, qui d'abord ayant été formé par l'action du feu le plus violent, aura ensuite éprouvé les impressions de l'eau et les frottements réitérés qui lui ont donné la forme qu'ils donnent à tous les autres corps, c'est-à-dire celle des galets et des angles émoussés. Mais il se pourrait aussi que l'eau seule eût produit la platine ; car, en supposant l'or et le fer tous deux divisés autant qu'ils peuvent l'être par la voie humide, leurs molécules, en se réunissant, auront pu former les grains qui la composent, et qui, depuis les plus pesants jusqu'aux plus légers, contiennent tous de l'or et du fer. La proposition du chimiste qui offre de rendre à peu près autant d'or qu'on lui fournira de platine semblerait indiquer qu'il n'y a en effet qu'un onzième de fer sur dix onzièmes d'or dans ce minéral, ou peut-être encore moins : mais l'à-peu-près de ce chimiste est probablement d'un cinquième ou d'un quart; et ce serait toujours beaucoup si sa promesse pouvait se réaliser à un quart près.

SECONDE ADDITION.

M'étant trouvé à Dijon cet été 1773, l'Académie des Sciences et Belles-Lettres de cette ville, dont j'ai l'honneur d'être membre, me parut désirer d'entendre la lecture de mes observations sur la platine. Je m'y prêtai d'autant plus volontiers que, sur une matière aussi neuve, on ne peut trop s'informer ni consulter assez, et que j'avais lieu d'espérer de tirer quelques lumières d'une compagnie qui rassemble beaucoup de personnes instruites en tous genres. M. de Morveau, avocat-général au parlement de Bourgogne, aussi savant physicien que grand jurisconsulte, prit la résolution de travailler sur la platine. Je lui donnai une portion de celle que j'avais attirée par l'aimant, et une autre portion de celle qui avait paru insensible au magnétisme, en le priant d'exposer ce minéral singulier au plus grand feu qu'il lui serait possible de faire; et, quelque temps après, il m'a remis les expériences suivantes, qu'il a trouvé bon de joindre ici avec les miennes.

EXPÉRIENCES

FAITES PAR M. DE MORVEAU, EN SEPTEMBRE 1773.

« M. le comte de Buffon, dans un voyage « qu'il a fait à Dijon cet été 1773, m'ayant fait « remarquer dans un demi-gros de platine, que « M. Beaumé m'avait remis en 1768, des grains « en forme de boutons, d'autres plus plats, et « quelques-uns noirs et écailleux, et ayant sé« paré avec l'aimant ceux qui étaient attirables « de ceux qui ne donnaient aucun signe sensible « de magnétisme, j'ai essayé de former le bleu « de Prusse avec les uns et les autres. J'ai versé « de l'acide nitreux fumant sur les parties non « attirables, qui pesaient deux grains et demi. « Six heures après, j'ai étendu l'acide par de « l'eau distillée, et j'y ai versé de la liqueur al« caline, saturée de matière colorante : il n'y a « pas eu un atome de bleu ; la platine avait seu« lement un coup d'œil plus brillant. J'ai pa« reillement versé de l'acide fumant sur les « trente-trois grains et demi de platine restante, « dont partie était attirable : la liqueur étendue « après le même intervalle de temps, le même « alcali prussien en a précipité une fécule bleue, « qui couvrait le fond d'un vase assez large. La « platine, après cette opération, était bien dé« capée comme la première. Je l'ai lavée et sé« chée, et j'ai vérifié qu'elle n'avait perdu qu'un « quart de grain ou $\frac{1}{138}$. L'ayant examinée en cet « état, j'y ai aperçu un grain d'un beau jaune, « qui s'est trouvé une paillette d'or.

« M. de Fourcy avait nouvellement publié « que la dissolution d'or était aussi précipitée « en bleu par l'alcali prussien, et avait consigné « ce fait dans une table d'affinités. Je fus tenté « de répéter cette expérience; je versai en con« séquence de la liqueur alcaline, phlogistiquée « dans de la dissolution d'or de départ, mais « la couleur de cette dissolution ne changea pas, « ce qui me fait soupçonner que la dissolution « d'or employée par M. de Fourcy pouvait bien « n'être pas aussi pure.

« Et, dans le même temps, M. le comte de « Buffon m'ayant donné une assez grande quan« tité d'autre platine pour en faire quelques es« sais, j'ai entrepris de la séparer de tous les « corps étrangers par une bonne fonte. Voici « la manière dont j'ai procédé, et les résultats « que j'ai eus.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

« Ayant mis un gros de platine dans une pe« tite coupelle, sous la moufle du fourneau « donné par M. Macquer dans les Mémoires de « l'Académie des sciences, *année* 1758, j'ai « soutenu le feu pendant deux heures ; la mou-

« fie s'est affaissée, les supports avaient coulé; « cependant la platine s'est trouvée seulement « agglutinée; elle tenait à la coupelle, et y avait « laissé des taches couleur de rouille. La pla- « tine était alors terne, même un peu noire, et « n'avait pris qu'un quart de grain d'augmen- « tation de poids, quantité bien faible en com- « paraison de celle que d'autres chimistes ont « observée; ce qui me surprit d'autant plus, « que ce gros de platine, ainsi que toute celle « que j'ai employée aux autres expériences, « avait été enlevé successivement par l'aimant, « et faisait portion des six septièmes de huit « onces dont M. de Buffon a parlé dans le Mé- « moire ci-dessus.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

« Un demi-gros de la même platine, exposé « au même feu dans une coupelle, s'est aussi « agglutiné; elle était adhérente à la coupelle, « sur laquelle elle avait laissé des taches de « couleur de rouille. L'augmentation de poids « s'est trouvée à peu près dans la même pro- « portion, et la surface aussi noire.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

« J'ai remis ce même demi-gros dans une « nouvelle coupelle; mais au lieu de moufle, j'ai « renversé sur le support un creuset de plomb « noir de Passaw. J'avais eu l'intention de n'em- « ployer pour support que des têts d'argile pure « très-réfractaire; par ce moyen, je pouvais « augmenter la violence du feu et prolonger sa « durée, sans craindre de voir couler les vais- « seaux, ni obstruer l'argile par les scories. Cet « appareil ainsi placé dans le fourneau, j'y ai « entretenu pendant quatre heures un feu de la « dernière violence. Lorsque tout a été refroidi, « j'ai trouvé le creuset bien conservé, soudé au « support. Ayant brisé cette soudure vitreuse, « j'ai reconnu que rien n'avait pénétré dans « l'intérieur du creuset, qui paraissait seulement « plus luisant qu'il n'était auparavant. La cou- « pelle avait conservé sa forme et sa position; « elle était un peu fendillée, mais pas assez pour « se laisser pénétrer: aussi le bouton de platine « n'y était-il pas adhérent; ce bouton n'était « encore qu'agglutiné, mais d'une manière bien « plus serrée que la première fois : les grains « étaient moins saillants; la couleur en était « plus claire, le brillant plus métallique; et ce « qu'il y eut de plus remarquable, c'est qu'il s'é- « tait élancé de sa surface pendant l'opération, « et probablement dans les premiers instants du « refroidissement, trois jets de verre, dont l'un, « plus élevé, parfaitement sphérique, était porté « sur un pédicule d'une ligne de hauteur, de la « même matière transparente et vitreuse. Ce « pédicule avait à peine un sixième de ligne, « tandis que le globule avait une ligne de dia- « mètre, d'une couleur uniforme, avec une lé- « gère teinte de rouge, qui ne dérobait rien à sa « transparence. Des deux autres jets de verre, le « plus petit avait un pédicule comme le plus « gros, et le moyen n'avait point de pédicule, « et était seulement attaché à la platine par sa « surface extérieure.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

« J'ai essayé de coupeller la platine, et pour « cela j'ai mis dans une coupelle un gros des « mêmes grains enlevés par l'aimant, avec deux « gros de plomb. Après avoir donné un très- « grand feu pendant deux heures, j'ai trouvé « dans la coupelle un bouton adhérent, cou- « vert d'une croûte jaunâtre et un peu spon- « gieuse, du poids de deux gros douze grains, « ce qui annonçait que la platine avait retenu « un gros douze grains de plomb.

« J'ai remis ce bouton dans une autre cou- « pelle au même fourneau, observant de le re- « tourner; il n'a perdu que douze grains dans « un feu de deux heures: sa couleur et sa forme « avaient très-peu changé.

« Je lui ai appliqué ensuite le vent du souf- « flet, après l'avoir placé dans une nouvelle cou- « pelle couverte d'un creuset de Passaw, dans « la partie inférieure d'un fourneau de fusion « dont j'avais ôté la grille : le bouton a pris alors « un coup d'œil plus métallique, toujours un « peu terne; et cette fois il a perdu dix-huit « grains.

Le même bouton ayant été remis dans le « fourneau de M. Macquer, toujours placé dans « une coupelle couverte d'un creuset de Passaw, « je soutins le feu pendant trois heures, après « lesquelles je fus obligé de l'arrêter, parce que « les briques qui servaient de support avaient « entièrement coulé. Le bouton était devenu de « plus en plus métallique : il adhérait pourtant « à la coupelle; il avait perdu cette fois trente- « quatre grains. Je le jetai dans l'acide nitreux « fumant, pour essayer de le décaper; il y eut « un peu d'effervescence lorsque j'ajoutai de

« l'eau distillée ; le bouton y perdit effectivement deux grains, et j'y remarquai quelques petits trous, comme ceux que laisse le départ.

« Il ne restait plus que vingt-deux grains de plomb alliés à la platine, à en juger par l'excédant de son poids. Je commençai à espérer de vitrifier cette dernière portion de plomb ; et, pour cela, je mis ce bouton dans une coupelle neuve : je disposai le tout comme dans la troisième expérience ; je me servis du même fourneau, en observant de dégager continuellement la grille, d'entretenir au-devant, dans le courant d'air qu'il attirait, une évaporation continuelle par le moyen d'une capsule que je remplissais d'eau de temps en temps, et de laisser un moment la chape entr'ouverte lorsqu'on venait de remplir le fourneau de charbon. Ces précautions augmentèrent tellement l'activité du feu, qu'il fallait recharger de dix minutes en dix minutes. Je le soutins au même degré pendant quatre heures, et je laissai refroidir.

« Je reconnus le lendemain que le creuset de plomb noir avait résisté, que les supports n'étaient que faïencés par les cendres. Je trouvai dans la coupelle un bouton bien rassemblé, nullement adhérent, d'une couleur continue et uniforme, approchant plus de la couleur de l'étain que de tout autre métal, seulement un peu raboteux ; en un mot, pesant un gros très-juste, rien de plus, rien de moins.

« Tout annonçait donc que cette platine avait éprouvé une fusion parfaite, qu'elle était parfaitement pure, car, pour supposer qu'elle tenait encore du plomb, il faudrait supposer aussi que ce minéral avait justement perdu de sa propre substance autant qu'il avait retenu de matière étrangère ; et une telle précision ne peut être l'effet d'un pur hasard.

« Je devais passer quelques jours avec M. le comte de Buffon, dont la société a, si je puis le dire, le même charme que son style, dont la conversation est aussi pleine que ses livres ; je me fis un plaisir de lui porter les produits de ces essais, et je remis à les examiner ultérieurement avec lui.

« 1° Nous avons observé que le gros de platine agglutinée de la première expérience n'était pas attiré en bloc par l'aimant ; que cependant le barreau magnétique avait une action marquée sur les grains que l'on en détachait.

« 2° Le demi-gros de la troisième expérience n'était non-seulement pas attirable en masse, mais les grains que l'on en séparait ne donnaient plus eux-mêmes aucun signe de magnétisme.

« 3° Le bouton de la quatrième expérience était aussi absolument insensible à l'approche de l'aimant, ce dont nous nous assurâmes en mettant le bouton en équilibre dans une balance très-sensible, et lui présentant un très-fort aimant jusqu'au contact, sans que son approche ait le moindrement dérangé l'équilibre.

« 4° La pesanteur spécifique de ce bouton fut déterminée par une bonne balance hydrostatique, et, pour plus de sûreté, comparée à l'or de monnaie et au globe d'or très-pur, employé par M. de Buffon à ses belles expériences sur le progrès de la chaleur ; leur densité se trouva avoir les rapports suivants avec l'eau dans laquelle ils furent plongés :

Le globe d'or.	19 $\frac{1}{17}$.
L'or de monnaie.	17 $\frac{1}{4}$.
Le bouton de platine. . .	14 $\frac{1}{6}$.

« 5° Ce bouton fut porté sur un tas d'acier pour essayer sa ductilité. Il soutint fort bien quelques coups de marteau ; sa surface devint plane et même un peu polie dans les endroits frappés ; mais il se fendit bientôt après, et il s'en détacha une portion, faisant à peu près le sixième de la totalité ; la fracture présenta plusieurs cavités, dont quelques-unes, d'environ une ligne de diamètre, avaient la blancheur et le brillant de l'argent ; on remarquait dans d'autres de petites pointes élancées, comme les cristallisations dans les géodes. Le sommet de l'une de ces pointes, vu à la loupe, était un globule absolument semblable, pour la forme, à celui de la troisième expérience, et aussi de matière vitreuse transparente, autant que son extrême petitesse permettait d'en juger. Au reste, toutes les parties du bouton étaient compactes, bien liées, et le grain plus fin, plus serré que celui du meilleur acier après la plus forte trempe, auquel il ressemblait d'ailleurs par la couleur.

« 6° Quelques portions de ce bouton ainsi réduites en parcelles à coups de marteau sur le tas d'acier, nous leur avons présenté l'aimant, et aucune n'a été attirée ; mais les ayant encore pulvérisées dans un mortier d'agate, nous avons remarqué que le barreau magné-

« tique en enlevait quelques-unes des plus petites toutes les fois qu'on le posait immédiatement dessus.

« Cette nouvelle apparition du magnétisme était d'autant plus surprenante, que les grains détachés de la masse agglutinée de la deuxième expérience nous avaient paru avoir perdu eux-mêmes toute sensibilité à l'approche et au contact de l'aimant. Nous reprîmes en conséquence quelques-uns de ces grains; ils furent de même réduits en poussière dans le mortier d'agate, et nous vîmes bientôt les parties les plus petites s'attacher sensiblement au barreau aimanté. Il n'est pas possible d'attribuer cet effet au poli de la surface du barreau, ni à aucune autre cause étrangère au magnétisme : un morceau de fer aussi poli, appliqué de la même manière sur les parties de cette platine, n'en a jamais pu enlever une seule.

« Par le récit exact de ces expériences et des observations auxquelles elles ont donné lieu, on peut juger de la difficulté de déterminer la nature de la platine. Il est bien certain que celle-ci contenait quelques parties vitrifiables, et vitrifiables même sans addition à un grand feu; il est bien sûr que toute platine contient du fer et des parties attirables : mais si l'alkali prussien ne donnait jamais du bleu qu'avec les grains que l'aimant a enlevés, il semble qu'on en pourrait conclure que ceux qui lui résistent absolument sont de la platine pure, qui n'a par elle-même aucune vertu magnétique, et que le fer n'en fait pas partie essentielle. On devait espérer qu'une fusion aussi avancée, une coupellation aussi parfaite, décideraient au moins cette question; tout annonçait qu'en effet ces opérations l'avaient dépouillée de toute vertu magnétique en la séparant de tous corps étrangers : mais la dernière observation prouve, d'une manière invincible, que cette propriété magnétique y était réellement qu'affaiblie, et peut-être masquée ou ensevelie, puisqu'elle a reparu lorsqu'on l'a broyée. »

REMARQUES.

De ces expériences de M. de Morveau, et des observations que nous avons ensuite faites ensemble, il résulte :

1° Qu'on peut espérer de fondre la platine sans addition dans nos meilleurs fourneaux, en lui appliquant le feu plusieurs fois de suite, parce que les meilleurs creusets ne pourraient résister à l'action d'un feu aussi violent, pendant tout le temps qu'exigerait l'opération complète.

2° Qu'en la fondant avec le plomb, et la coupellant successivement et à plusieurs reprises, on vient à bout de vitrifier tout le plomb, et que cette opération pourrait à la fin la purger d'une partie des matières étrangères qu'elle contient.

3° Qu'en la fondant sans addition, elle paraît se purger elle-même en partie des matières vitrescibles qu'elle renferme, puisqu'il s'élance à sa surface de petits jets de verre qui forment des masses assez considérables et qu'on en peut séparer aisément après le refroidissement.

4° Qu'en faisant l'expérience du bleu de Prusse avec les grains de platine qui paraissent les plus insensibles à l'aimant, on n'est pas toujours sûr d'obtenir de ce bleu, comme cela ne manque jamais d'arriver avec les grains qui ont plus ou moins de sensibilité au magnétisme; mais comme M. de Morveau a fait cette expérience sur une très-petite quantité de platine, il se propose de la répéter.

5° Il paraît que ni la fusion ni la coupellation ne peuvent détruire dans la platine tout le fer dont elle est intimement pénétrée : les boutons fondus ou coupellés paraissaient, à la vérité, également insensibles à l'action de l'aimant; mais les ayant brisés dans un mortier d'agate et sur un tas d'acier, nous y avons retrouvé des parties magnétiques, d'autant plus abondantes que la platine était réduite en poudre plus fine. Le premier bouton, dont les grains ne s'étaient qu'agglutinés, rendit, étant broyé, beaucoup plus de parties magnétiques que le second et le troisième, dont les grains avaient subi une plus forte fusion; mais néanmoins tous deux, étant broyés, fournirent des parties magnétiques; en sorte qu'on ne peut pas douter qu'il n'y ait encore du fer dans la platine après qu'elle a subi les plus violents efforts du feu et l'action dévorante du plomb dans la coupelle. Ceci semble achever de démontrer que ce minéral est réellement un mélange intime d'or et de fer, que jusqu'à présent l'art n'a pu séparer.

6° Je fis encore, avec M. de Morveau, une autre observation sur cette platine fondue et ensuite broyée; c'est qu'elle reprend, en se brisant, précisément la même forme des galets arrondis et aplatis qu'elle avait avant d'être fon-

due. Tous les grains de cette platine fondue et brisée sont semblables à ceux de la platine naturelle, tant pour la forme que pour la variété de grandeur, et ils ne paraissent en différer que parce qu'il n'y a que les plus petits qui se laissent enlever à l'aimant, et en quantité d'autant moindre que la platine a subi plus de feu. Cela paraît prouver aussi que, quoique le feu ait été assez fort, non-seulement pour brûler et vitrifier, mais même pour chasser au dehors une partie du fer avec les autres matières vitrescibles qu'elle contient, la fusion néanmoins n'est pas aussi complète que celle des autres métaux parfaits, puisqu'en la brisant les grains reprennent la même figure qu'ils avaient avant la fonte.

QUATRIÈME MÉMOIRE.

EXPÉRIENCES

SUR LA TÉNACITÉ ET SUR LA DÉCOMPOSITION DU FER.

On a vu, dans le premier Mémoire, que le fer perd de sa pesanteur à chaque fois qu'on le chauffe à un feu violent, et que des boulets chauffés trois fois jusqu'au blanc ont perdu la douzième partie de leur poids. On serait d'abord porté à croire que cette perte ne doit être attribuée qu'à la diminution du volume du boulet, par les scories qui se détachent de la surface et tombent en petites écailles; mais, si l'on fait attention que les petits boulets, dont par conséquent la surface est plus grande, relativement au volume, que celle des gros, perdent moins, et que les gros boulets perdent proportionnellement plus que les petits, on sentira bien que la perte totale de poids ne doit pas être simplement attribuée à la chute des écailles qui se détachent de la surface, mais encore à une altération intérieure de toutes les parties de la masse, que le feu violent diminue, et rend d'autant plus légère qu'il est appliqué plus souvent et plus long-temps [1].

Et en effet, si l'on recueille à chaque fois les écailles qui se détachent de la surface des boulets, on trouvera que sur un boulet de cinq pouces, qui, par exemple, aura perdu huit onces par une première chaude, il n'y aura pas une once de ces écailles détachées, et que tout le reste de la perte de poids ne peut être attribué qu'à cette altération intérieure de la substance du fer, qui perd de sa densité à chaque fois qu'on le chauffe; en sorte que, si l'on réitérait souvent cette même opération, on réduirait le fer à n'être plus qu'une matière friable et légère, dont on ne pourrait faire aucun usage : car j'ai remarqué que les boulets non-seulement avaient perdu de leur poids, c'est-à-dire de leur densité, mais qu'en même temps ils avaient aussi beaucoup perdu de leur solidité, c'est-à-dire de cette qualité dont dépend la cohérence des parties; car j'ai vu, en les faisant frapper, qu'on pouvait les casser d'autant plus aisément qu'ils avaient été chauffés plus souvent et plus longtemps.

C'est sans doute parce que l'on ignorait jusqu'à quel point va cette altération du fer, ou plutôt parce qu'on ne s'en doutait point du tout, que l'on imagina, il y a quelques années, dans notre artillerie, de chauffer les boulets dont il était question de diminuer le volume [1]. On m'a assuré que le calibre des canons nouvellement fondus étant plus étroit que celui des anciens canons, il a fallu diminuer les boulets; et que, pour y parvenir, on a fait rougir ces boulets à blanc, afin de les ratisser ensuite plus aisément en les faisant tourner. On m'a ajouté que souvent on est obligé de les faire chauffer cinq, six, et même huit et neuf fois, pour les réduire autant qu'il est nécessaire. Or, il est évident, par mes expériences, que cette pratique est mauvaise; car un boulet chauffé à blanc neuf fois doit perdre au moins le quart de son poids, et peut-être les trois quarts de sa solidité. Devenu cassant et friable, il ne peut servir pour faire brèche, puisqu'il se brise contre les murs; et, devenu léger, il a aussi, pour les pièces de campagne, le grand désavantage de ne pouvoir aller aussi loin que les autres.

En général, si l'on veut conserver au fer sa solidité et son nerf, c'est-à-dire sa masse et sa force, il ne faut l'exposer au feu ni plus souvent ni plus longtemps qu'il n'est nécessaire; il suffira, pour la plupart des usages, de le faire rougir sans pousser le feu jusqu'au blanc : ce dernier degré de chaleur ne manque jamais de

[1] Une expérience familière et qui semble prouver que le fer perd de sa masse à mesure qu'on le chauffe, même à un feu très-médiocre, c'est que les fers à friser, lorsqu'on les a souvent trempés dans l'eau pour les refroidir, ne conservent pas le même degré de chaleur au bout d'un temps. Il s'en élève aussi des écailles lorsqu'on les a souvent chauffés et trempés; ces écailles sont du véritable fer.

[1] M. le marquis de Vallière ne s'occupait point alors des travaux de l'artillerie.

le détériorer; et, dans les ouvrages où il importe de lui conserver tout son nerf, comme dans les bandes que l'on forge pour les canons de fusil, il faudrait, s'il était possible, ne les chauffer qu'une fois pour les battre, plier et souder par une seule opération; car, quand le fer a acquis sous le marteau toute la force dont il est susceptible, le feu ne fait plus que la diminuer. C'est aux artistes à voir jusqu'à quel point ce métal doit être malléé pour acquérir tout son nerf; et cela ne serait pas impossible à déterminer par des expériences. J'en ai fait quelques-unes que je vais rapporter ici.

I. Une boucle de fer de dix-huit lignes et deux tiers de grosseur, c'est-à-dire trois cent quarante-huit lignes carrées pour chaque montant de fer, ce qui fait pour le tout six cent quatre-vingt-seize lignes carrées de fer, a cassé sous le poids de vingt-huit milliers qui tirait perpendiculairement. Cette boucle de fer avait environ dix pouces de largeur sur treize pouces de hauteur, et elle était à très-peu près de la même grosseur partout. Cette boucle a cassé presque au milieu des branches perpendiculaires, et non pas dans les angles.

Si l'on voulait conclure du grand au petit sur la force du fer par cette expérience, il se trouverait que chaque ligne carrée de fer tirée perpendiculairement ne pourrait porter qu'environ quarante livres.

II. Cependant, ayant mis à l'épreuve un fil de fer d'une ligne un peu forte de diamètre, ce morceau de fil de fer a porté, avant de se rompre, quatre cent quatre-vingt-deux livres; et un pareil morceau de fil de fer n'a rompu que sous la charge de quatre cent quatre-vingt-quinze livres : en sorte qu'il est à présumer qu'une verge carrée d'une ligne de ce même fer aurait porté encore davantage, puisqu'elle aurait contenu quatre segments aux quatre coins du carré inscrit au cercle, de plus que le fil de fer rond, d'une ligne de diamètre.

Or, cette disproportion dans la force du fer en gros et du fer en petit est énorme. Le gros fer que j'avais employé venait de la forge d'Aisy-sous-Rongemont; il était sans nerf et à gros grain, et j'ignore de quelle forge était mon fil de fer; mais la différence de la qualité du fer, quelque grande qu'on voulût la supposer, ne peut pas faire celle qui se trouve ici dans leur résistance, qui, comme l'on voit, est douze fois moindre dans le gros fer que dans le petit.

III. J'ai fait rompre une autre boucle de fer de dix-huit lignes et demie de grosseur, du même fer de la forge d'Aisy; elle ne supporta de même que vingt-huit mille quatre cent cinquante livres, et rompit encore presque dans le milieu des deux montants.

IV. J'avais fait faire en même temps une boucle du même fer que j'avais fait reforger pour le partager en deux, en sorte qu'il se trouva réduit à une barre de neuf lignes sur dix-huit; l'ayant mise à l'épreuve, elle supporta, avant de rompre, la charge de dix-sept mille trois cents livres, tandis qu'elle n'aurait dû porter tout au plus que quatorze milliers, si elle n'eût pas été forgée une seconde fois.

V. Une autre boucle de fer de seize lignes trois quarts de grosseur, ce qui fait pour chaque montant à peu près deux cent quatre-vingts lignes carrées, c'est-à-dire cinq cent soixante, a porté vingt-quatre mille six cents livres, au lieu qu'elle n'aurait dû porter que vingt-deux mille quatre cents livres, si je ne l'eusse pas fait forger une seconde fois.

VI. Un cadre de fer de la même qualité, c'est-à-dire sans nerf et à gros grain, et venant de la même forge d'Aisy, que j'avais fait établir pour empêcher l'écartement des murs du haut fourneau de mes forges, et qui avait vingt-six pieds d'un côté sur vingt-deux pieds de l'autre, ayant cassé par l'effort de la chaleur du fourneau dans les deux points milieux des deux plus longs côtés, j'ai vu que je pouvais comparer ce cadre aux boucles des expériences précédentes, parce qu'il était du même fer, et qu'il a cassé de la même manière. Or, ce fer avait vingt-une lignes de gros, ce qui fait quatre cent quarante-une lignes carrées; et ayant rompu comme les boucles aux deux côtés opposés, cela fait huit cent quatre-vingt-deux lignes carrées qui se sont séparées par l'effort de la chaleur. Et comme nous avons trouvé, par les expériences précédentes, que six cent quatre-vingt-seize lignes carrées du même fer ont cassé sous le poids de vingt-huit milliers, on doit en conclure que huit cent quatre-vingt-deux lignes de ce même fer n'auraient rompu que sous un poids de trente-cinq mille quatre cent quatre-vingts livres, et que par conséquent l'effort de la chaleur devait être estimé comme un poids de trente-cinq mille quatre cent quatre-vingts livres. Ayant fait fabriquer pour contenir le mur intérieur de mon fourneau, dans le fondage qui se fit après la

rupture de ce cadre, un cercle de vingt-six pieds et demi de circonférence, avec du fer nerveux provenant de la fonte et de la fabrique de mes forges, cela m'a donné le moyen de comparer la ténacité du bon fer avec celle du fer commun. Ce cercle de vingt-six pieds et demi de circonférence était de deux pièces, retenues et jointes ensemble par deux clavettes de fer passées dans des anneaux forgés au bout des deux bandes de fer; la largeur de ces bandes était de trente lignes sur cinq d'épaisseur : cela fait cent cinquante lignes carrées, qu'on ne doit pas doubler, parce que, si ce cercle eût rompu, ce n'aurait été qu'en un seul endroit, et non pas en deux endroits opposés comme les boucles ou le grand cadre carré. Mais l'expérience me démontra que pendant un fondage de quatre mois, où la chaleur était même plus grande que dans le fondage précédent, ces cent cinquante lignes de bon fer résistèrent à son effort, qui était de trente-cinq mille quatre cent quatre-vingts livres; d'où l'on doit conclure avec certitude entière, que le bon fer, c'est-à-dire le fer qui est presque tout nerf, est au moins cinq fois aussi tenace que le fer sans nerf et à gros grains.

Que l'on juge par là de l'avantage qu'on trouverait à n'employer que du bon fer nerveux dans les bâtiments et dans la construction des vaisseaux : il en faudrait les trois quarts moins, et l'on aurait encore un quart de solidité de plus.

Par de semblables expériences, et en faisant malléer une fois, deux fois, trois fois, des verges de fer de différentes grosseurs, on pourrait s'assurer du *maximum* de la force du fer, combiner d'une manière certaine la légèreté des armes avec leur solidité, ménager la matière dans les autres ouvrages, sans craindre la rupture, en un mot, travailler ce métal sur des principes uniformes et constants. Ces expériences sont le seul moyen de perfectionner l'art de la manipulation du fer : l'état en tirerait de tres-grands avantages; car il ne faut pas croire que la qualité du fer dépende de celle de la mine; que, par exemple, le fer d'Angleterre, ou d'Allemagne, ou de Suède, soit meilleur que celui de France; que le fer du Berri soit plus doux que celui de Bourgogne : la nature des mines n'y fait rien, c'est la manière de les traiter qui fait tout; et ce que je puis assurer pour l'avoir vu par moi-même, c'est qu'en malléant beaucoup et chauffant peu, on donne au fer plus de force, et qu'on approche de ce *maximum* dont je ne puis que recommander la recherche, et auquel on peut arriver par les expériences que je viens d'indiquer.

Dans les boulets que j'ai soumis plusieurs fois à l'épreuve du plus grand feu, j'ai vu que le fer perd de son poids et de sa force d'autant plus qu'on le chauffe plus souvent et plus longtemps; sa substance se décompose, sa qualité s'altère, et enfin il dégénère en une espèce de mâchefer ou de matière poreuse, légère, qui se réduit en une sorte de chaux par la violence et la longue application du feu : le mâchefer commun est d'une autre espèce; et, quoique vulgairement on croie que le mâchefer ne provient et même ne peut provenir que du fer, j'ai la preuve du contraire. Le mâchefer est, à la vérité, une matière produite par le feu; mais, pour le former, il n'est pas nécessaire d'employer du fer ni aucun autre métal : avec du bois et du charbon brûlé et poussé à un feu violent, on obtiendra du mâchefer en assez grande quantité; et si l'on prétend que ce mâchefer ne vient que du fer contenu dans le bois (parce que tous les végétaux en contiennent plus ou moins), je demande pourquoi l'on ne peut pas en tirer du fer même une plus grande quantité qu'on n'en tire du bois, dont la substance est si différente de celle du fer. Dès que ce fait me fut connu par l'expérience, il me fournit l'intelligence d'un autre fait qui m'avait paru inexplicable jusqu'alors. On trouve dans les terres élevées, et surtout dans les forêts où il n'y a ni rivières ni ruisseaux, et où par conséquent il n'y a jamais eu de forges, non plus qu'aucun indice de volcans ou de feux souterrains; on trouve, dis-je, souvent de gros blocs de mâchefer, que deux hommes auraient peine à enlever : j'en ai vu pour la première fois en 1745, à Montigny-l'Encoupe, dans les forêts de M. de Trudaine; j'en ai fait chercher et trouver depuis dans nos bois de Bourgogne, qui sont encore plus éloignés de l'eau que ceux de Montigny; on en a trouvé en plusieurs endroits : les petits morceaux m'ont paru provenir de quelques fourneaux de charbon qu'on aura laissés brûler; mais les gros ne peuvent venir que d'un incendie dans la forêt, lorsqu'elle était en pleine venue, et que les arbres y étaient assez grands et assez voisins pour produire un feu très-violent et très-longtemps nourri.

Le mâchefer, qu'on peut regarder comme un résidu de la combustion du bois, contient du fer;

et l'on verra dans un autre Mémoire les expériences que j'ai faites, pour reconnaître par ce résidu la quantité de fer qui entre dans la composition des végétaux. Et cette terre morte, ou cette chaux, dans laquelle le fer se réduit par la trop longue action du feu, ne m'a pas paru contenir plus de fer que le mâchefer du bois; ce qui semble prouver que le fer est, comme le bois, une matière combustible, que le feu peut également dévorer en l'appliquant seulement plus violemment et plus longtemps. Pline dit, avec une grande raison : *ferrum accensum igni, nisi duretur ictibus, corrumpitur*[1]. On en sera persuadé si l'on observe dans une forge la première loupe que l'on tire de la gueuse : cette loupe est un morceau de fer fondu pour la seconde fois, et qui n'a pas encore été forgé, c'est-à-dire consolidé par le marteau; lorsqu'on le tire de la chaufferie, où il vient de subir le feu le plus violent, il est rougi à blanc; il jette non-seulement des étincelles ardentes, mais il brûle réellement d'une flamme très-vive qui consommerait une partie de sa substance si on tardait trop de temps à porter cette loupe sous le marteau; ce fer serait, pour ainsi dire, détruit avant que d'être formé; il subirait l'effet complet de la combustion, si le coup du marteau, en rapprochant ses parties trop divisées par le feu, ne commençait à lui faire prendre le premier degré de sa ténacité. On le tire dans cet état et encore tout rouge de dessous le marteau, et on le reporte au foyer de l'affinerie, où il se pénètre d'un nouveau feu; lorsqu'il est blanc on le transporte de même et le plus promptement possible au marteau, sous lequel il se consolide et s'étend beaucoup plus que la première fois; enfin, on remet encore cette pièce au feu, et on la reporte au marteau, sous lequel on l'achève en entier. C'est ainsi qu'on travaille tous les fers communs; on ne leur donne que deux ou tout au plus trois volées de marteau : aussi n'ont-ils pas à beaucoup près la ténacité qu'ils pourraient acquérir, si on les travaillait moins précipitamment. La force du marteau non-seulement comprime les parties du fer trop divisées par le feu, mais en les rapprochant elle chasse les matières étrangères, et le purifie en le consolidant. Le déchet du fer en gueuse est ordinairement d'un tiers, dont la plus grande partie se brûle, et le reste coule en fusion et forme ce quon appelle *les crasses du fer* : ces crasses sont plus pesantes que le mâchefer du bois, et contiennent encore une assez grande quantité de fer, qui est, à la vérité, très-impur et très-aigre, mais dont on peut néanmoins tirer parti, en mêlant ces crasses broyées et en petite quantité avec la mine que l'on jette au fourneau. J'ai l'expérience qu'en mêlant un sixième de ces crasses avec cinq sixièmes de mine épurée par mes cribles, la fonte ne change pas sensiblement de qualité; mais, si l'on en met davantage, elle devient plus cassante, sans néanmoins changer de couleur ni de grain. Mais, si les mines sont moins épurées, ces crasses gâtent absolument la fonte, parce qu'étant déjà très-aigre et très-cassante par elle-même, elle le devient encore plus par cette addition de mauvaise matière; en sorte que cette pratique, qui peut devenir utile entre les mains d'un habile maître de l'art, produira dans d'autres mains de si mauvais effets, qu'on ne pourra se servir ni des fers ni des fontes qui en proviendront.

Il y a néanmoins des moyens, je ne dis pas de changer, mais de corriger un peu la mauvaise qualité de la fonte, et d'adoucir à la chaufferie l'aigreur du fer qui en provient. Le premier de ces moyens est de diminuer la force du vent, soit en changeant l'inclinaison de la tuyère, soit en ralentissant le mouvement des soufflets; car, plus on presse le feu, plus le fer devient aigre. Le second moyen, et qui est encore plus efficace, c'est de jeter, sur la loupe de fer qui se sépare de la gueuse, une certaine quantité de gravier calcaire, ou même de chaux toute faite : cette chaux sert de fondant aux parties vitrifiables que le fer aigre contient en trop grande quantité, et le purge de ses impuretés. Mais ce sont de petites ressources auxquelles il ne faut pas se mettre dans le cas d'avoir recours; ce qui n'arriverait jamais si l'on suivait les procédés que j'ai donnés pour faire de bonne fonte[1].

Lorsqu'on fait travailler les affineurs à leur compte, et qu'on les paie au millier, ils font, comme les fondeurs, le plus de fer qu'ils peuvent dans leur semaine : ils construisent le foyer de leur chaufferie de la manière la plus avantageuse pour eux; ils pressent le feu, trouvent que les soufflets ne donnent jamais assez de vent; ils travaillent moins la loupe, et font ordinaire-

[1] Hist. nat. lib. XXXIV, cap. 15.

[1] On trouvera ces procédés dans mes Mémoires sur la fusion des mines de fer.

ment en deux chaudes ce qui en exigerait au moins trois. On ne sera donc jamais sûr d'avoir du fer d'une bonne et même qualité qu'en payant les ouvriers au mois, et en faisant casser à la fin de chaque semaine quelques barres de fer qu'ils livrent, pour reconnaître s'ils ne se sont pas ou trop pressés ou négligés. Le fer en bandes plates est toujours plus nerveux que le fer en barreaux : s'il se trouve deux tiers de nerf sur un tiers de grain dans les bandes, on ne trouvera dans les barreaux, quoique faits de même étoffe, qu'environ un tiers de nerf sur deux tiers de grain; ce qui prouve bien clairement que la plus ou moins grande force du fer vient de la différente application du marteau. S'il frappe plus constamment, plus fréquemment sur un même plan, comme celui des bandes plates, il en rapproche et en réunit mieux les parties, que s'il frappe presque alternativement sur deux plans différents pour faire les barreaux carrés; aussi est-il plus difficile de bien souder du barreau que de la bande : et, lorsqu'on veut faire du fer de *tirerie*, qui doit être en barreaux de treize lignes, et d'un fer très-nerveux et assez ductile pour être converti en fil de fer, il faut le travailler plus lentement à l'affinerie, ne le tirer du feu que quand il est presque fondant, et le faire suer sous le marteau le mieux qu'il est possible, afin de lui donner tout le nerf dont il est susceptible sous cette forme carrée, qui est la plus ingrate, mais qui paraît nécessaire ici, parce qu'il faut ensuite tirer de ces barreaux, qu'on coupe environ à quatre pieds, une verge de dix-huit ou vingt pieds par le moyen du martinet, sous lequel on l'allonge après l'avoir chauffée; c'est ce qu'on appelle de la *verge crénelée* : elle est carrée comme le barreau dont elle provient, et porte sur les quatre faces des enfoncements successifs, qui sont les empreintes profondes de chaque coup du martinet ou petit marteau sous lequel on la travaille. Ce fer doit être de la plus grande ductilité, pour passer jusqu'à la plus petite filière; et en même temps, il ne faut pas qu'il soit trop doux, mais assez ferme pour ne pas donner trop de déchet. Ce point est assez difficile à saisir : aussi n'y a-t-il en France que deux ou trois forges dont on puisse tirer ces fers pour les fileries.

La bonne fonte est à la vérité la base de tout bon fer; mais il arrive souvent que, par de mauvaises pratiques, on gâte ce bon fer. Une de ces mauvaises pratiques, la plus généralement répandue, et qui détruit le plus le nerf et la ténacité du fer, c'est l'usage, où sont les ouvriers de presque toutes les forges, de tremper dans l'eau la première portion de la pièce qu'ils viennent de travailler, afin de pouvoir la manier et la reprendre plus promptement. J'ai vu, avec quelque surprise, la prodigieuse différence qu'occasionne cette trempe, surtout en hiver et lorsque l'eau est froide; non-seulement elle rend cassant le meilleur fer, mais même elle en change le grain et en détruit le nerf, au point qu'on n'imaginerait pas que c'est le même fer, si l'on n'en était pas convaincu par ses yeux, en faisant casser l'autre bout du même barreau, qui, n'ayant point été trempé, conserve son nerf et son grain ordinaire. Cette trempe, en été, fait beaucoup moins de mal, mais en fait toujours un peu; et, si l'on veut avoir du fer toujours de la même bonne qualité, il faut absolument proscrire cet usage, ne jamais tremper le fer chaud dans l'eau, et attendre, pour le manier, qu'il se refroidisse à l'air.

Il faut que la fonte soit bien bonne pour produire du fer aussi nerveux, aussi tenace que celui qu'on peut tirer des vieilles ferrailles refondues, non pas en les jetant au fourneau de fusion, mais en les mettant au feu de l'affinerie. Tous les ans on achète pour mes forges une assez grande quantité de ces vieilles ferrailles, dont, avec un peu de soin, l'on fait d'excellent fer. Mais il y a du choix dans ces ferrailles; celles qui proviennent des rognures de la tôle ou des morceaux cassés du fil de fer, qu'on appelle *riblous*, sont les meilleures de toutes, parce qu'elles sont d'un fer plus pur que les autres; on les achète aussi quelque chose de plus : mais en général ces vieux fers, quoique de qualité médiocre, en produisent de très-bon lorsqu'on sait les traiter. Il ne faut jamais les mêler avec la fonte; si même il s'en trouve quelques morceaux parmi les ferrailles, il faut les séparer : il faut aussi mettre une certaine quantité de crasses dans le foyer, et le feu doit être moins poussé, moins violent, que pour le travail du fer en gueuse, sans quoi l'on brûlerait une grande partie de sa ferraille, qui, quand elle est bien traitée et de bonne qualité, ne donne qu'un cinquième de déchet, et consomme moins de charbon que le fer de la gueuse. Les crasses qui sortent de ces vieux fers sont en bien moindre quantité et ne conservent pas, à beaucoup près, autant de particules de fer que les autres. Avec

des riblons qu'on renvoie des fileries que fournissent mes forges, et des rognures de tôle cisaillées que je fais fabriquer, j'ai souvent fait du fer qui était tout nerf, et dont le déchet n'était presque que d'un sixième, tandis que le déchet du fer en gueuse est communément du double, c'est-à-dire d'un tiers, et souvent de plus du tiers, si l'on veut obtenir du fer d'excellente qualité.

M. de Montbeillard, lieutenant-colonel au régiment royal d'artillerie, ayant été chargé, pendant plusieurs années, de l'inspection des manufactures d'armes à Charleville, Maubeuge et Saint-Étienne, a bien voulu me communiquer un Mémoire qu'il a présenté au ministre, et dans lequel il traite de cette fabrication du fer avec de vieilles ferrailles. Il dit, avec grande raison, « que les ferrailles qui ont beaucoup de « surface, et celles qui proviennent des vieux « fers et clous de chevaux, ou fragments de petits cylindres, ou carrés tors, ou des anneaux « et boucles, toutes pièces qui supposent que le « fer qu'on a employé pour les fabriquer était « souple, liant et susceptible d'être plié, étendu « ou tordu, doivent être préférées et recherchées « pour la fabrication des canons de fusil. » On trouve, dans ce même Mémoire de M. de Montbeillard, d'excellentes réflexions sur les moyens de perfectionner les armes à feu, et d'en assurer la résistance par le choix du bon fer et par la manière de le traiter; l'auteur rapporte une très-bonne expérience [1], qui prouve clairement que les vieilles ferrailles et même les écailles ou exfoliations qui se détachent de la surface du fer, et que bien des gens prennent pour des scories, se soudent ensemble de la manière la plus intime; et que par conséquent le fer qui en provient est d'aussi bonne et peut-être de meilleure qualité qu'aucun autre. Mais en même temps il conviendra avec moi, et il observe même dans la suite de son Mémoire, que cet excellent fer ne doit pas être employé seul, par la raison même qu'il est trop parfait. Et en effet, un fer qui, sortant de la forge, a toute sa perfection, n'est excellent que pour être employé tel qu'il est, ou pour des ouvrages qui ne demandent que des chaudes douces; car toute chaude vive, toute chaleur à blanc le dénature : j'en ai fait des épreuves plus que réitérées sur des morceaux de toute grosseur. Le petit fer se dénature un peu moins que le gros; mais tous deux perdent la plus grande partie de leur nerf dès la première chaude à blanc; une seconde chaude pareille change et achève de détruire le nerf; elle altère même la qualité du grain, qui, de fin qu'il était, devient grossier et brillant comme celui du fer le plus commun : une troisième chaude rend ces grains encore plus gros, et laisse déjà voir entre leurs interstices des parties noires de matière brûlée. Enfin, en continuant de lui donner des chaudes, on arrive au dernier degré de sa décomposition, et on le réduit en une terre morte, qui ne paraît plus contenir de substance métallique, et dont on ne peut faire aucun usage : car cette terre morte n'a pas, comme la plupart des autres chaux métalliques, la propriété de se revivifier par l'application des matières combustibles; elle ne contient guère plus de fer que le mâchefer commun tiré du charbon des végétaux; au lieu que les chaux des autres métaux se revivifient presque en entier, ou du moins en très-grande partie; et cela achève de démontrer que le fer est une matière presque entièrement combustible.

Ce fer que l'on tire, tant de cette terre ou chaux de fer, que du mâchefer provenant du charbon, m'a paru d'une singulière qualité; il est très-magnétique et très-infusible. J'ai trouvé du petit sable noir aussi magnétique, aussi indissoluble, et presque infusible dans quelques-unes des mines que j'ai fait exploiter. Ce sablon ferrugineux et magnétique se trouve mêlé avec les grains de mine qui ne le sont point du tout, et provient certainement d'une cause tout autre. Le feu a produit ce sablon magnétique, et l'eau les grains de mine; et lorsque par hasard ils se trouvent mélangés, c'est que le hasard a fait qu'on a brûlé de grands amas de bois, ou qu'on a fait des fourneaux de charbon sur le terrain

[1] Qu'on prenne une barre de fer, large de deux à trois pouces, épaisse de deux à trois lignes; qu'on la chauffe au rouge, et qu'avec la panne du marteau on y pratique dans sa longueur une cannelure ou cavité; qu'on la plie sur elle-même pour la doubler et corroyer, l'on remplira ensuite la cannelure des écailles ou pailles en question; on lui donnera une chaude douce d'abord en rabattant les bords, pour empêcher qu'elles ne s'échappent, et on battra la barre comme on le pratique pour corroyer le fer avant de le chauffer au blanc; on la chauffera ensuite blanche et fondante, et la pièce soudera à merveille; on la cassera à froid, et l'on n'y verra rien qui annonce que la soudure n'ait pas été complète et parfaite, et que toutes les parties du fer ne se soient pas pénétrées réciproquement sans laisser aucun espace vide. J'ai fait cette expérience, aisée à répéter, qui doit rassurer sur les pailles, soit qu'elles soient plates ou qu'elles aient la forme d'aiguilles, puisqu'elles ne sont autre chose que du fer, comme la barre avec laquelle on les incorpore, où elles ne forment plus qu'une même masse avec elle.

qui renferme les mines, et que ce sablon ferrugineux, qui n'est que le détriment du mâchefer que l'eau ne peut ni rouiller ni dissoudre, a pénétré, par la filtration des eaux, auprès des lits de mine en grains, qui souvent ne sont qu'à deux ou trois pieds de profondeur. On a vu, dans le Mémoire précédent, que ce sablon ferrugineux qui provient du mâchefer des végétaux, ou, si l'on veut, du fer brûlé autant qu'il peut l'être, parait être le même à tous égards que celui qui se trouve dans la platine.

Le fer le plus parfait est celui qui n'a presque point de grain, et qui est entièrement d'un nerf de gris cendré. Le fer à nerf noir est encore très-bon, et peut-être est-il préférable au premier pour tous les usages où il faut chauffer plus d'une fois ce métal avant de l'employer. Le fer de la troisième qualité, et qui est moitié nerf et moitié grain, est le fer par excellence pour le commerce, parce qu'on peut le chauffer deux ou trois fois sans le dénaturer. Le fer sans nerf, mais à grain fin, sert aussi pour beaucoup d'usages; mais les fers sans nerf et à gros grains devraient être proscrits, et font le plus grand tort dans la société, parce que malheureusement ils y sont cent fois plus communs que les autres. Il ne faut qu'un coup d'œil à un homme exercé pour connaître la bonne ou la mauvaise qualité du fer; mais les gens qui le font employer, soit dans leurs bâtiments, soit à leurs équipages, ne s'y connaissent ou n'y regardent pas, et paient souvent, comme très-bon, du fer que le fardeau fait rompre ou que la rouille détruit en peu de temps.

Autant les chaudes vives et poussées jusqu'au blanc détériorent le fer, autant les chaudes douces, où l'on ne le rougit que couleur cerise, semblent l'améliorer. C'est par cette raison que les fers destinés à passer à la fenderie ou à la batterie ne demandent pas à être fabriqués avec autant de soin que ceux qu'on appelle *fers-marchands,* qui doivent avoir toute leur qualité Le fer de tirerie fait une classe à part. Il ne peut être trop pur : s'il contenait des parties hétérogènes, il deviendrait très-cassant aux dernières filières. Or, il n'y a d'autre moyen de le rendre pur que de le faire bien suer en le chauffant la première fois jusqu'au blanc, et le martelant avec autant de force que de précaution, et ensuite, en le faisant encore chauffer à blanc, afin d'achever de le dépurer sous le martinet en l'allongeant pour en faire de la verge crénelée. Mais les fers destinés à être refendus pour en faire de la verge ordinaire, des fers aplatis, des languettes pour la tôle, tous les fers, en un mot, qu'on doit passer sous les cylindres, n'exigent pas le même degré de perfection, parce qu'ils s'améliorent au four de la fenderie, où l'on n'emploie que du bois, et dans lequel tous ces fers ne prennent une chaleur que du second degré, d'un rouge couleur de feu, qui est suffisant pour les amollir, et leur permet de s'aplatir et de s'étendre sous les cylindres, et de se fendre ensuite sous les taillants. Néanmoins, si l'on veut avoir de la verge bien douce, comme celle qui est nécessaire pour les clous à maréchal; si l'on veut des fers aplatis qui aient beaucoup de nerf, comme doivent être ceux qu'on emploie pour les roues, et particulièrement les baudages qu'on fait d'une seule pièce, dans lesquels il faut au moins un tiers de nerf, les fers qu'on livre a la fenderie doivent être de bonne qualité, c'est-à-dire avoir au moins un tiers de nerf; car j'ai observé que le feu doux du four et la forte compression des cylindres rendent, à la vérité, le grain du fer un peu plus fin, et donnent même du nerf à celui qui n'avait que du grain très-fin; mais ils ne convertissent jamais en nerf le gros grain des fers communs; en sorte qu'avec du mauvais fer à gros grain on pourra faire de la verge et des fers aplatis dont le grain sera moins gros, mais qui seront toujours trop cassants pour être employés aux usages dont je viens de parler.

Il en est de même de la tôle : on ne peut pas employer de trop bonne étoffe pour la faire, et il est bien fâcheux qu'on fasse tout le contraire : car, presque toutes nos tôles en France se font avec du fer commun : elles se rompent en les pliant, et se brûlent ou pourrissent en peu de temps; tandis que de la tôle faite comme celle de Suède ou d'Angleterre, avec du bon fer bien nerveux, se tordra cent fois sans rompre, et durera peut-être vingt fois plus que les autres. On en fait à mes forges de toute grandeur et de toute épaisseur; on en emploie à Paris pour les casseroles et autres pièces de cuisine, qu'on étame, et qu'on a raison de préférer aux casseroles de cuivre. On a fait avec cette même tôle grand nombre de poêles, de chéneaux, de tuyaux ; et j'ai, depuis quatre ans, l'expérience mille fois réitérée, qu'elle peut durer comme je viens de le dire, soit au feu, soit à l'air, beaucoup plus que les tôles communes : mais, comme elle est

un peu plus chère, le débit en est moindre, et l'ou n'en demande que pour de certains usages particuliers, auxquels les autres tôles ne pourraient être employées. Lorsqu'on est au fait, comme j'y suis, du commerce des fers, on dirait qu'en France on a fait un pacte général de ne se servir que de ce qu'il y a de plus mauvais en ce genre.

Avec du fer nerveux on pourra toujours faire d'excellente tôle, en faisant passer le fer des languettes sous les cylindres de la fenderie. Ceux qui aplatissent ces languettes sous le martinet, après les avoir fait chauffer au charbon, sont dans un très-mauvais usage : le feu de charbon, poussé par les soufflets, gâte le fer de ces languettes; celui du four de la fenderie ne fait que le perfectionner. D'ailleurs, il en coûte plus de moitié moins pour faire les languettes au cylindre que pour les faire au martinet; ici l'intérêt s'accorde avec la théorie de l'art : il n'y a donc que l'ignorance qui puisse entretenir cette pratique, qui néanmoins est la plus générale; car, il y a peut-être, sur toutes les tôles qui se fabriquent en France, plus des trois quarts dont les languettes ont été faites au martinet. Cela ne peut pas être autrement, me dira-t-on; toutes les batteries n'ont pas à côté d'elles une fenderie et des cylindres montés. Je l'avoue, et c'est ce dont je me plains; on a tort de permettre ces petits établissements particuliers qui ne subsistent qu'en achetant dans les grosses forges les fers au meilleur marché, c'est-à-dire tous les plus médiocres, pour les fabriquer ensuite en tôle et en petits fers de la plus mauvaise qualité.

Un autre objet fort important sont les fers de charrue : on ne saurait croire combien la mauvaise qualité du fer dont on les fabrique fait de tort aux laboureurs; on leur livre inhumainement des fers qui cassent au moindre effort, et qu'ils sont forcés de renouveler presque aussi souvent que leurs cultures : on leur fait payer bien cher du mauvais acier, dont on arme la pointe de ces fers encore plus mauvais, et le tout est perdu pour eux au bout d'un an, et souvent en moins de temps; tandis qu'en employant pour ces fers de charrue, comme pour la tôle, le fer le meilleur et le plus nerveux, on pourrait les garantir pour un usage de vingt ans, et même se dispenser d'en acièrer la pointe; car j'ai fait faire plusieurs centaines de ces fers de charrue, dont j'ai fait essayer quelques-uns sans acier, et ils se sont trouvés d'une étoffe assez ferme pour résister au labour. J'ai fait la même expérience sur un grand nombre de pioches : c'est la mauvaise qualité de nos fers qui a établi chez les taillandiers l'usage général de mettre de l'acier à ces instruments de campagne, qui n'en auraient pas besoin s'ils étaient de bon fer fabriqué avec des languettes passées sous les cylindres.

J'avoue qu'il y a de certains usages pour lesquels on pourrait fabriquer du fer aigre; mais encore ne faut-il pas qu'il soit à trop gros grain ni trop cassant : les clous pour les petites lattes à tuile, les broquettes et autres petits clous, plient lorsqu'ils sont faits d'un fer trop doux; mais, à l'exception de ce seul emploi, qu'on ne remplira toujours que trop, je ne vois pas qu'on doive se servir de fer aigre. Et si, dans une bonne manufacture, on en veut faire une certaine quantité, rien n'est plus aisé : il ne faut qu'augmenter d'une mesure ou d'une mesure et demie de mine au fourneau, et mettre à part les gueuses qui en proviendront; la fonte en sera moins bonne et plus blanche. On les fera forger à part, en ne donnant que deux chaudes à chaque bande, et l'on aura du fer aigre qui se fendra plus aisément que l'autre, et qui donnera de la verge cassante.

Le meilleur fer, c'est-à-dire celui qui a le plus de nerf, et par conséquent le plus de ténacité, peut éprouver cent et deux cents coups de masse sans se rompre; et, comme il faut néanmoins le casser pour tous les usages de la fenderie et de la batterie, et que cela demanderait beaucoup de temps, même en s'aidant du ciseau d'acier, il vaut mieux faire couper sous le marteau de la forge les barres encore chaudes à moitié de leur épaisseur : cela n'empêche pas le marteleur de les achever, et épargne beaucoup de temps au fendeur et au platineur. Tout le fer que j'ai fait casser à froid et à grands coups de masse s'échauffe d'autant plus qu'il est plus fortement et plus souvent frappé; non-seulement il s'échauffe au point de brûler très-vivement, mais il s'aimante comme s'il eût été frotté sur un très-bon aimant. M'étant assuré de la constance de cet effet par plusieurs observations successives, je voulus voir, si, sans percussion, je pourrais de même produire dans le fer la vertu magnétique. Je fis prendre pour cela une verge de trois lignes de grosseur de mon fer le plus liant, et que je connaissais pour être très-diffi-

cile à rompre ; et l'ayant fait plier et replier par les mains d'un homme fort, sept ou huit fois de suite sans pouvoir la rompre, je trouvai le fer très-chaud au point où on l'avait plié, et il avait en même temps toute la vertu d'un barreau bien aimanté. J'aurai occasion, dans la suite, de revenir à ce phénomène qui tient de très près à la théorie du magnétisme et de l'électricité, et que je ne rapporte ici que pour démontrer que plus une matière est tenace, c'est-à-dire plus il faut d'efforts pour la diviser, plus elle est près de produire de la chaleur, et tous les autres effets qui peuvent en dépendre, et prouver en même temps que la simple pression, produisant le frottement des parties intérieures, équivaut à l'effet de la plus violente percussion.

On soude tous les jours le fer avec lui-même ou sur lui-même ; mais il faut la plus grande précaution pour qu'il ne se trouve pas un peu plus faible aux endroits des soudures; car, pour réunir et souder les deux bouts d'une barre, on les chauffe jusqu'au blanc le plus vif : le fer, dans cet état, est tout prêt à fondre; il n'y arrive pas sans perdre toute sa ténacité, et par conséquent tout son nerf. Il ne peut donc en reprendre dans toute cette partie qu'on soude que par la percussion des marteaux, dont deux ou trois ouvriers font succéder les coups le plus vite qu'il leur est possible; mais cette percussion est très-faible, et même lente en comparaison de celle du marteau de la forge, ou même de celle du martinet. Ainsi, l'endroit soudé, quelque bonne que soit l'étoffe, n'aura que peu de nerf, et souvent point du tout, si l'on n'a pas bien saisi l'instant où les deux morceaux sont également chauds, et si le mouvement du marteau n'a pas été assez prompt ni assez fort pour les bien réunir. Aussi, quand on a des pièces importantes à souder, on fera bien de le faire sous les martinets les plus prompts. La soudure, dans les canons des armes à feu, est une des choses les plus importantes. M. de Montbeillard, dans le Mémoire que j'ai cité ci-dessus, donne de très-bonnes vues sur cet objet et même des expériences décisives. Je crois avec lui que comme il faut chauffer à blanc nombre de fois la bande ou *maquette* pour souder le canon dans toute sa longueur, il ne faut pas employer du fer qui serait au dernier degré de sa perfection, parce qu'il ne pourrait que se détériorer par ces fréquentes chaudes vives; qu'il faut, au contraire, choisir le fer qui, n'étant pas encore aussi épuré qu'il peut l'être, gagnera plutôt de la qualité qu'il n'en perdra par ces nouvelles chaudes. Mais cet article seul demanderait un grand travail, fait et dirigé par un homme aussi éclairé que M. de Montbeillard ; et l'objet en est d'une si grande importance pour la vie des hommes et pour la gloire de l'État, qu'il mérite la plus grande attention.

Le fer se décompose par l'humidité comme par le feu ; il attire l'humide de l'air, s'en pénètre et se rouille, c'est-à-dire se convertit en une espèce de terre sans liaison, sans cohérence : cette conversion se fait en assez peu de temps dans les fers qui sont de mauvaise qualité ou mal fabriqués ; ceux dont l'étoffe est bonne, et dont les surfaces sont bien lisses ou polies, se défendent plus longtemps : mais tous sont sujets à cette espèce de mal, qui, de la superficie, gagne assez promptement l'intérieur, et détruit avec le temps le corps entier du fer. Dans l'eau, il se conserve beaucoup mieux qu'à l'air, et, quoiqu'on s'aperçoive de son altération par la couleur noire qu'il y prend après un long séjour, il n'est point dénaturé : il peut être forgé; au lieu que celui qui a été exposé à l'air pendant quelques siècles, et que les ouvriers appellent du *fer luné*, parce qu'ils s'imaginent que la lune le mange, ne peut ni se forger ni servir à rien, à moins qu'on ne le revivifie comme les rouilles et les safrans de mars, ce qui coûte communément plus que le fer ne vaut. C'est en ceci que consiste la différence de deux décompositions du fer. Dans celle qui se fait par le feu, la plus grande partie du fer se brûle et s'exhale en vapeurs comme les autres matières combustibles ; il ne reste qu'un mâchefer qui contient, comme celui du bois, une petite quantité de matière très-attirable par l'aimant, qui est bien du vrai fer, mais qui m'a paru d'une nature singulière et semblable, comme je l'ai dit, au sablon ferrugineux qui se trouve en si grande quantité dans la platine. La décomposition par l'humidité ne diminue pas à beaucoup près autant que la combustion la masse du fer ; mais elle en altère toutes les parties au point de leur faire perdre leur vertu magnétique, leur cohérence et leur couleur métallique. C'est de cette rouille ou terre de fer que sont en grande partie composées les mines en grains : l'eau, après avoir atténué ces particules de rouille et les avoir réduites en molécules sensibles, les charrie, et les

dépose par filtration dans le sein de la terre, où elles se réunissent en grains par une sorte de cristallisation qui se fait, comme toutes les autres, par l'attraction mutuelle des molécules analogues; et comme cette rouille de fer était privée de la vertu magnétique, il n'est pas étonnant que les mines en grain qui en proviennent en soient également dépourvues. Ceci me paraît démontrer d'une manière assez claire que le magnétisme suppose l'action précédente du feu; que c'est une qualité particulière que le feu donne au fer, et que l'humidité de l'air lui enlève en le décomposant.

Si l'on met dans un vase une grande quantité de limaille de fer pure, qui n'a pas encore pris de rouille, et si on la couvre d'eau, on verra, en la laissant sécher, que cette limaille se réunit par ce seul intermède, au point de faire une masse de fer assez solide pour qu'on ne puisse la casser qu'à coups de masse. Ce n'est donc pas précisément l'eau qui décompose le fer et qui produit la rouille, mais plutôt les sels et les vapeurs sulfureuses de l'air; car on sait que le fer se dissout très-aisément par les acides et par le soufre. En présentant une verge de fer bien rouge à une bille de soufre, le fer coule dans l'instant; et, en le recevant dans l'eau, on obtient des grenailles qui ne sont plus du fer ni même de la fonte: car j'ai éprouvé qu'on ne pouvait pas les réunir au feu pour les forger; c'est une matière qu'on ne peut comparer qu'à la pyrite martiale, dans laquelle le fer paraît-être également décomposé par le soufre; et je crois que c'est par cette raison que l'on trouve presque partout à la surface de la terre, et sous les premiers lits de ses couches extérieures, une assez grande quantité de ces pyrites, dont le grain ressemble à celui du mauvais fer, mais qui n'en contiennent qu'une très-petite quantité, mêlée avec beaucoup d'acide vitriolique et plus ou moins de soufre.

CINQUIÈME MÉMOIRE.

EXPÉRIENCES

SUR LES EFFETS DE LA CHALEUR OBSCURE.

Pour reconnaître les effets de la chaleur obscure, c'est-à-dire de la chaleur privée de lumière, de flamme et du feu libre, autant qu'il est possible, j'ai fait quelques expériences en grand, dont les résultats m'ont paru très-intéressants.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

On a commencé, sur la fin d'août 1772, à mettre des braises ardentes dans le creuset du grand fourneau, qui sert à fondre la mine de fer pour la couler en gueuses; ces braises ont achevé de sécher les mortiers, qui étaient faits de glaise mêlée par égale portion avec du sable vitrescible. Le fourneau avait vingt-trois pieds de hauteur. On a jeté par le gueulard (c'est ainsi qu'on appelle l'ouverture supérieure du fourneau) les charbons ardents que l'on tirait des petits fourneaux d'expériences; on a mis successivement une assez grande quantité de ces braises pour remplir le bas du fourneau jusqu'à la cuve (c'est ainsi qu'on appelle l'endroit de la plus grande capacité du fourneau); ce qui, dans celui-ci, montait à sept pieds deux pouces de hauteur perpendiculaire depuis le fond du creuset. Par ce moyen, on a commencé de donner au fourneau une chaleur modérée, qui ne s'est pas fait sentir dans la partie la plus élevée.

Le 10 septembre, on a vidé toutes ces braises réduites en cendres, par l'ouverture du creuset; et lorsqu'il a été bien nettoyé, on y a mis quelques charbons ardents et d'autres charbons par-dessus, jusqu'à la quantité de six cents livres pesant; ensuite, on a laissé prendre le feu, et le lendemain 11 septembre, on a achevé de remplir le fourneau avec quatre mille huit cents livres de charbon. Ainsi, il contient en tout cinq mille quatre cents livres de charbon, qui y ont été portées en cent trente-cinq corbeilles de quarante livres chacune, tare faite.

On a laissé pendant ce temps l'entrée du creuset ouverte, et celle de la tuyère bien bouchée, pour empêcher le feu de se communiquer aux soufflets. La première impression de la grande chaleur, produite par le long séjour des braises ardentes et par cette première combustion du charbon, s'est marquée par une petite fente qui s'est faite dans la pierre du fond à l'entrée du creuset, et par une autre fente qui s'est faite dans la pierre de la tympe. Le charbon, néanmoins, quoique fort allumé dans le bas, ne l'était encore qu'à une très-petite hauteur, et le fourneau ne donnait au gueulard qu'assez peu de fumée, ce même jour 11 septembre, à six heures du soir; car cette ouverture supérieure n'é-

tait pas bouchée, non plus que l'ouverture du creuset.

A neuf heures du soir du même jour, la flamme a percé jusqu'au-dessus du fourneau ; et comme elle est devenue très-vive en peu de temps, on a bouché l'ouverture du creuset à dix heures du soir. La flamme, quoique fort ralentie par cette suppression du courant de l'air, s'est soutenue pendant la nuit et le jour suivant; en sorte que le lendemain 13 septembre, vers les quatre heures du soir, le charbon avait baissé d'un peu plus de quatre pieds. On a rempli ce vide, à cette même heure, avec onze corbeilles de charbon, pesant ensemble quatre cent quarante livres. Ainsi, le fourneau a été chargé en tout de cinq mille huit cent quarante livres de charbon.

Ensuite on a bouché l'ouverture supérieure du fourneau avec un large couvercle de forte tôle, garni tout autour du mortier de glaise et sable mêlé de poudre de charbon, et chargé d'un pied d'épaisseur de cette poudre de charbon mouillée. Pendant que l'on bouchait, on a remarqué que la flamme ne laissait pas de retentir assez fortement dans l'intérieur du fourneau ; mais en moins d'une minute la flamme a cessé de retentir, et l'on n'entendait plus aucun bruit ni murmure, en sorte qu'on aurait pu penser que l'air n'ayant point d'accès dans la cavité du fourneau, le feu y était entièrement étouffé.

On a laissé le fourneau ainsi bouché partout, tant au-dessus qu'au-dessous, depuis le 13 septembre jusqu'au 28 du même mois, c'est-à-dire pendant quinze jours. J'ai remarqué pendant ce temps que, quoiqu'il n'y eût point de flamme dans le fourneau, ni même de feu lumineux, la chaleur ne laissait pas d'augmenter et de se communiquer autour de la cavité du fourneau.

Le 28 septembre, à dix heures du matin, on a débouché l'ouverture supérieure du fourneau. avec précaution, dans la crainte d'être suffoqué par la vapeur du charbon. J'ai remarqué, avant de l'ouvrir, que la chaleur avait gagné jusqu'à quatre pieds et demi dans l'épaisseur du massif qui forme la tour du fourneau. Cette chaleur n'était pas fort grande aux environs de la *bure* (c'est ainsi qu'on appelle la partie supérieure du fourneau qui s'élève au-dessus de son terre-plein) : mais, à mesure qu'on approchait de la cavité, les pierres étaient déjà si fort échauffées, qu'il n'était pas possible de les toucher un instant. Les mortiers dans les joints des pierres étaient en partie brûlés, et il paraissait que la chaleur était beaucoup plus grande encore dans le bas du fourneau; car les pierres du dessus de la tympe et de la tuyère étaient excessivement chaudes dans toute leur épaisseur jusqu'à quatre ou cinq pieds.

Au moment qu'on a débouché le gueulard du fourneau, il en est sorti une vapeur suffocante, dont il a fallu s'éloigner, et qui n'a pas laissé de faire mal à la tête à la plupart des assistants. Lorsque cette vapeur a été dissipée, on a mesuré de combien le charbon, enfermé et privé d'air courant pendant quinze jours, avait diminué, et l'on a trouvé qu'il avait baissé de quatorze pieds cinq pouces de hauteur; en sorte que le fourneau était vide dans toute sa partie supérieure jusqu'auprès de la cuve.

Ensuite, j'ai observé la surface de ce charbon, et j'y ai vu une petite flamme qui venait de naître; il était absolument noir et sans flamme auparavant. En moins d'une heure, cette petite flamme bleuâtre est devenue rouge dans le centre, et s'élevait alors d'environ deux pieds au-dessus du charbon.

Une heure après avoir débouché le gueulard, j'ai fait déboucher l'entrée du creuset. La première chose qui s'est présentée à cette ouverture n'a pas été du feu, comme on aurait pu le présumer, mais des scories provenant du charbon, et qui ressemblaient à du mâchefer léger. Ce mâchefer était en assez grande quantité, et remplissait tout l'intérieur du creuset, depuis la tympe à la rustine; et ce qu'il y a de plus singulier, c'est que, quoiqu'il ne se fût formé que par une grande chaleur, il avait intercepté cette même chaleur au-dessus du creuset, en sorte que les parties de ce mâchefer qui étaient au fond n'étaient, pour ainsi dire, que tièdes; néanmoins elles s'étaient attachées au fond et aux parois du creuset, et elles en avaient réduit en chaux quelques portions jusqu'à plus de trois ou quatre pouces de profondeur.

J'ai fait tirer ce mâchefer et l'ai fait mettre à part pour l'examiner; on a aussi tiré de la chaux du creuset et des environs, qui était en assez grande quantité. Cette calcination, qui s'est faite par ce feu sans flamme, m'a paru provenir en partie de l'action de ces scories du charbon. J'ai pensé que ce feu sourd et sans flamme était trop sec; et je crois que si j'avais mêlé quelque portion de laitier ou de terre vitrescible avec le charbon, cette terre aurait servi d'aliment à la

chaleur, et aurait rendu des matières fondantes qui auraient préservé de la calcination la surface de l'ouvrage du fourneau.

Quoi qu'il en soit, il résulte de cette expérience que la chaleur seule, c'est-à-dire la chaleur obscure, renfermée et privée d'air autant qu'il est possible, produit néanmoins avec le temps des effets semblables à ceux du feu le plus actif et le plus lumineux. On sait qu'il doit être violent pour calciner la pierre. Ici, c'était de toutes les pierres calcaires la moins calcinable, c'est-à-dire la plus résistante au feu que j'avais choisie pour faire construire l'ouvrage et la cheminée de mon fourneau : toute cette pierre d'ailleurs avait été taillée et posée avec soin ; les plus petits quartiers avaient un pied d'épaisseur, un pied et demi de largeur, sur trois et quatre pieds de longueur; et dans ce gros volume la pierre est encore bien plus difficile à calciner que quand elle est réduite en moellons. Cependant cette seule chaleur a non-seulement calciné ces pierres à près d'un demi-pied de profondeur dans la partie la plus étroite et la plus froide du fourneau, mais encore a brûlé en même temps les mortiers faits de glaise et de sable sans les faire fondre; ce que j'aurais mieux aimé, parce qu'alors les joints de la bâtisse du fourneau se seraient conservés pleins, au lieu que la chaleur, ayant suivi la route de ces joints, a encore calciné les pierres sur toutes les faces des joints. Mais, pour faire mieux entendre les effets de cette chaleur obscure et concentrée, je dois observer, 1° que le massif du fourneau étant de vingt-huit pieds d'épaisseur de deux faces, et de vingt-quatre pieds d'épaisseur des deux autres faces, et la cavité où était contenu le charbon n'ayant que six pieds dans sa plus grande largeur, les murs pleins qui environnent cette cavité avaient neuf pieds d'épaisseur de maçonnerie à chaux et sable aux parties les moins épaisses; que par conséquent on ne peut pas supposer qu'il ait passé de l'air à travers ces murs de neuf pieds; 2° que cette cavité qui contenait le charbon ayant été bouchée en bas à l'endroit de la coulée avec un mortier de glaise mêlé de sable d'un pied d'épaisseur, et à la tuyère qui n'a que quelques pouces d'ouverture, avec ce même mortier dont on se sert pour tous les bouchages, il n'est pas à présumer qu'il ait pu entrer de l'air par ces deux ouvertures; 3° que le gueulard du fourneau ayant de même été fermé avec une plaque de forte tôle lutée, et recouverte avec le même mortier sur environ six pouces d'épaisseur, et encore environnée et surmontée de poussière de charbon mêlée avec ce mortier sur six autres pouces de hauteur, tout accès à l'air par cette dernière ouverture était interdit. On peut donc assurer qu'il n'y avait point d'air circulant dans toute cette cavité, dont la capacité était de trois cent trente pieds cubes, et que, l'ayant remplie de cinq mille quatre cents livres de charbon, le feu étouffé dans cette cavité n'a pu se nourrir que de la petite quantité d'air contenue dans les intervalles que laissaient entre eux les morceaux de charbon; et, comme cette matière jetée l'une sur l'autre laisse de très-grands vides, supposons moitié ou même trois quarts, il n'y a donc eu dans cette cavité que cent soixante-cinq ou tout au plus deux cent quarante-huit pieds cubes d'air. Or, le feu du fourneau, excité par les soufflets, consomme cette quantité d'air en moins d'une demi-minute; et cependant il semblerait qu'elle a suffi pour entretenir pendant quinze jours la chaleur, et l'augmenter à peu près au même point que celle du feu libre, puisqu'elle a produit la calcination des pierres à quatre pouces de profondeur dans le bas, et à plus de deux pieds de profondeur dans le milieu et dans toute l'étendue du fourneau, ainsi que nous le dirons tout à l'heure. Comme cela me paraissait assez inconcevable, j'ai d'abord pensé qu'il fallait ajouter à ces deux cent quarante-huit pieds cubes d'air contenus dans la cavité du fourneau, toute la vapeur de l'humidité des murs que la chaleur concentrée n'a pu manquer d'attirer et de laquelle il n'est guère possible de faire une juste estimation. Ce sont là les seuls aliments, soit en air, soit en vapeurs aqueuses, que cette très-grande chaleur a consommés pendant quinze jours; car il ne se dégage que peu ou point d'air du charbon dans sa combustion, quoiqu'il s'en dégage plus d'un tiers du poids total du bois de chêne bien séché[1]. Cet air fixe contenu dans le bois en est chassé par la première opération du feu, qui le convertit en charbon ; et s'il en reste, ce n'est qu'en si petite quantité, qu'on ne peut pas la regarder comme le supplément de l'air qui manquait ici à l'entretien du feu. Ainsi, cette chaleur très-grande, et qui s'est augmentée au point de calciner profondément les pierres, n'a été entretenue que par deux cent quarante-huit pieds

[1] Hales. *Statique des végétaux*, page 152.

cubes d'air et par les vapeurs de l'humidité des murs; et quand nous supposerions le produit successif de cette humidité cent fois plus considérable que le volume d'air contenu dans la cavité du fourneau, cela ne ferait toujours que vingt-quatre mille huit cents pieds cubes de vapeurs propres à entretenir la combustion; quantité que le feu libre et animé par les soufflets consommerait en moins de 30 minutes, tandis que la chaleur sourde ne la consomme qu'en quinze jours.

Et ce qu'il est nécessaire d'observer encore, c'est que le même feu libre et animé aurait consumé en onze ou douze heures les trois mille six cents livres de charbon que la chaleur obscure n'a consommées qu'en quinze jours : elle n'a donc eu que la trentième partie de l'aliment du feu libre, puisqu'il y a eu trente fois autant de temps employé à la consommation de la matière combustible; et en même temps il y a eu environ sept cent vingt-fois moins d'air ou de vapeurs employées à cette combustion. Néanmoins les effets de cette chaleur obscure ont été les mêmes que ceux du feu libre; car il aurait fallu quinze jours de ce feu violent et animé pour calciner les pierres au même degré qu'elles l'ont été par la chaleur seule : ce qui nous démontre d'une part l'immense déperdition de la chaleur, lorsqu'elle s'exhale avec les vapeurs et la flamme, et d'autre part, les grands effets qu'on peut attendre de sa concentration, ou, pour mieux dire, de sa coercition, de sa détention. Car cette chaleur retenue et concentrée ayant produit les mêmes effets que le feu libre et violent, avec trente fois moins de matière combustible, et sept cent vingt fois moins d'air, et étant supposée en raison composée de ces deux aliments, on doit en conclure que, dans nos grands fourneaux à fondre les mines de fer, il se perd vingt-un mille fois plus de chaleur qu'il ne s'en applique, soit à la mine, soit aux parois du fourneau; en sorte qu'on imaginerait que les fourneaux de réverbère, où la chaleur est plus concentrée, devraient produire le feu le plus puissant. Cependant j'ai acquis la preuve du contraire, nos mines de fer ne s'étant pas même agglutinées par le feu de réverbère de la glacerie de Rouelle en Bourgogne, tandis qu'elles fondent en moins de douze heures au feu de mes fourneaux à soufflets. Cette différence tient au principe que j'ai donné : le feu, par sa vitesse ou par son volume, produit des effets tout différents sur certaines substances, telles que la mine de fer; tandis que sur d'autres substances, telles que la pierre calcaire, il peut en produire de semblables. La fusion est en général une opération prompte qui doit avoir plus de rapport avec la vitesse du feu que la calcination, qui est presque toujours lente, et qui doit, dans bien des cas, avoir plus de rapport au volume du feu ou à son long séjour, qu'à sa vitesse. On verra, par l'expérience suivante, que cette même chaleur retenue et concentrée n'a fait aucun effet sur la mine de fer.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Dans ce même fourneau de vingt-trois pieds de hauteur, après avoir fondu de la mine de fer pendant environ quatre mois, je fis couler les dernières gueuses en remplissant toujours avec du charbon, mais sans mine, afin d'en tirer toute la matière fondue; et quand je me fus assuré qu'il n'en restait plus, je fis cesser le vent, boucher exactement l'ouverture de la tuyère et celle de la coulée, qu'on maçonna avec de la brique et du mortier de glaise mêlé de sable. Ensuite je fis porter sur le charbon autant de mine qu'il pouvait en entrer dans le vide qui était au-dessus du fourneau : il y en entra cette première fois vingt-sept mesures de soixante livres, c'est-à-dire seize cent vingt livres, pour affleurer le niveau du gueulard : après quoi je fis boucher cette ouverture avec la même plaque de forte tôle et du mortier de glaise et sable, et encore de la poudre de charbon en grande quantité. On imagine bien quelle immense chaleur je renfermais ainsi dans le fourneau : tout le charbon en était allumé du haut en bas lorsque je fis cesser le vent; toutes les pierres des parois étaient rouges du feu qui les pénétrait depuis quatre mois. Toute cette chaleur ne pouvait s'exhaler que par deux petites fentes qui s'étaient faites au mur du fourneau, et que je fis remplir de bon mortier, afin de lui ôter encore ces issues. Trois jours après, je fis déboucher le gueulard, et je vis, avec quelque surprise, que, malgré cette chaleur immense renfermée dans le fourneau, le charbon ardent, quoique comprimé par la mine, et chargé de seize cent vingt livres, n'avait baissé que de seize pouces en trois jours ou soixante-douze heures. Je fis sur-le-champ remplir ces seize pouces de vide avec vingt-cinq mesures de mine, pesant ensemble quinze cents livres. Trois jours après, je fis dé-

boucher cette même ouverture du gueulard, et je trouvai le même vide de seize pouces, et par conséquent la même diminution, ou, si l'on veut, le même affaissement du charbon : je fis remplir de même avec quinze cents livres de mine ; ainsi il y en avait déjà quatre mille six cent vingt livres sur le charbon, qui était tout embrasé lorsqu'on avait commencé de fermer le fourneau. Six jours après, je fis déboucher le gueulard pour la troisième fois, et je trouvai que, pendant ces six jours, le charbon n'avait baissé que de vingt pouces, que l'on remplit avec dix-huit cent soixante livres de mine. Enfin, neuf jours après, on déboucha pour la quatrième fois, et je vis que, pendant ces neuf derniers jours, le charbon n'avait baissé que de vingt-un pouces, que je fis remplir de dix-neuf cent vingt livres de mine ; ainsi il y en avait en tout huit mille quatre cents livres. On referma le gueulard avec les mêmes précautions ; et le lendemain, c'est-à-dire vingt-deux jours après avoir bouché pour la première fois, je fis rompre la petite maçonnerie de briques qui bouchait l'ouverture de la coulée, en laissant toujours fermée celle du gueulard, afin d'éviter le courant d'air qui aurait enflammé le charbon. La première chose que l'on tira par l'ouverture de la coulée furent des morceaux réduits en chaux dans l'ouvrage du fourneau : on y trouva aussi quelques petits morceaux de mâchefer, quelques autres d'une fonte mal digérée, et environ une livre et demie de très-bon fer qui s'était formé par coagulation. On tira près d'un tombereau de toutes les matières, parmi lesquelles il y avait aussi quelques morceaux de mine brûlée et presque réduite en mauvais laitier : cette mine brûlée ne provenait pas de celle que j'avais fait imposer sur les charbons après avoir fait cesser le vent, mais de celle qu'on y avait jetée sur la fin du fondage, qui s'était attachée aux parois du fourneau, et qui ensuite était tombée dans le creuset avec les parties de pierres calcinées auxquelles elle était unie.

Après avoir tiré ces matières, on fit tomber le charbon : le premier qui parut était à peine rouge ; mais dès qu'il eut de l'air il devint très-rouge : on ne perdit pas un instant à le tirer, et on l'éteignait en même temps en jetant de l'eau dessus. Le gueulard étant toujours bien fermé, on tira tout le charbon par l'ouverture de la coulée, et aussi toute la mine dont je l'avais fait charger. La quantité de ce charbon tiré du fourneau montait à cent quinze corbeilles ; en sorte que, pendant ces vingt-deux jours d'une chaleur si violente, il paraissait qu'il ne s'en était consumé que dix-sept corbeilles ; car toute la capacité du fourneau n'en contient que cent trente-cinq ; et comme il y avait seize pouces et demi de vide lorsqu'on le boucha, il faut déduire deux corbeilles qui auraient été nécessaires pour remplir ce vide.

Étonné de cette excessivement petite consommation du charbon, pendant vingt-deux jours de l'action de la plus violente chaleur qu'on eût jamais enfermée, je regardai ces charbons de plus près, et je vis que, quoiqu'ils eussent aussi peu perdu sur leur volume, ils avaient beaucoup perdu sur leur masse, et que, quoique l'eau avec laquelle on les avait éteints leur eût rendu du poids, ils étaient encore d'environ un tiers plus légers que quand on les avait jetés au fourneau ; cependant les ayant fait transporter aux petites chaufferies des martinets et de la batterie, ils se trouvèrent encore assez bons pour chauffer, même à blanc, les petites barres de fer qu'on fait passer sous ces marteaux.

On avait tiré la mine en même temps que le charbon, et on l'avait soigneusement séparée et mise à part : la très-violente chaleur qu'elle avait essuyée pendant un si long temps ne l'avait ni fondue ni brûlée, ni même agglutinée ; le grain en était seulement devenu plus propre et plus luisant : le sable vitrescible et les petits cailloux dont elle était mêlée ne s'étaient point fondus, et il me parut qu'elle n'avait perdu que l'humidité qu'elle contenait auparavant ; car elle n'avait guère diminué que d'un cinquième en poids, et d'environ un vingtième en volume, et cette dernière quantité s'était perdue dans les charbons.

Il résulte de cette expérience, 1° que la plus violente chaleur, et la plus concentrée pendant un très-long temps, ne peut, sans le secours et le renouvellement de l'air, fondre la mine de fer, ni même le sable vitrescible, tandis qu'une chaleur de même espèce et beaucoup moindre peut calciner toutes les matières calcaires ; 2° que le charbon pénétré de chaleur ou de feu commence à diminuer de masse longtemps avant de diminuer de volume, et que ce qu'il perd le premier sont les parties les plus combustibles qu'il contient. Car, en comparant cette seconde expérience avec la première, comment se pourrait-il que la même quantité de charbon se con-

somme plus vite avec une chaleur très-médiocre, qu'à une chaleur de la dernière violence, toutes deux également privées d'air, également retenues et concentrées dans le même vaisseau clos? Dans la première expérience, le charbon, qui, dans une cavité presque froide, n'avait éprouvé que la légère impression d'un feu qu'on avait étouffé au moment que la flamme s'était montrée, avait néanmoins diminué des deux tiers en quinze jours; tandis que le même charbon enflammé autant qu'il pouvait l'être par le vent des soufflets, et recevant encore la chaleur immense des pierres rouges de feu dont il était environné, n'a pas diminué d'un sixième pendant vingt-deux jours. Cela serait inexplicable si l'on ne faisait pas attention que, dans le premier cas, le charbon avait toute sa densité et contenait toutes ses parties combustibles, au lieu que, dans le second cas, où il était dans l'état de la plus forte incandescence, toutes ses parties les plus combustibles étaient déjà brûlées. Dans la première expérience, la chaleur, d'abord très-médiocre, allait toujours en augmentant, à mesure que la combustion augmentait et se communiquait de plus en plus à la masse entière du charbon; dans la seconde expérience, la chaleur excessive allait en diminuant à mesure que le charbon achevait de brûler; et il ne pouvait plus donner autant de chaleur, parce que sa combustion était fort avancée au moment qu'on l'avait enfermé. C'est là la vraie cause de cette différence d'effets. Le charbon, dans la première expérience, contenant toutes ses parties combustibles, brûlait mieux et se consumait plus vite que celui de la seconde expérience, qui ne contenait presque plus de matière combustible, et ne pouvait augmenter son feu, ni même l'entretenir au même degré que par l'emprunt de celui des murs du fourneau : c'est par cette seule raison que la combustion allait toujours en diminuant, et qu'au total elle a été beaucoup moindre et plus lente que l'autre, qui allait toujours en augmentant, et qui s'est faite en moins de temps. Lorsque tout accès est fermé à l'air, et que les matières renfermées n'en contiennent que peu ou point dans leur substance, elles ne se consumeront pas, quelque violente que soit la chaleur; mais s'il reste une certaine quantité d'air entre les interstices de la matière combustible, elle se consumera d'autant plus vite et d'autant plus qu'elle pourra fournir elle-même une plus grande quantité d'air. 3° Il résulte encore de ces expériences que la chaleur la plus violente, dès qu'elle n'est pas nourrie, produit moins d'effet que la plus petite chaleur qui trouve de l'aliment : la première est pour ainsi dire une chaleur morte qui ne se fait sentir que par sa déperdition; l'autre est un feu vivant qui s'accroît à proportion des aliments qu'il consume. Pour reconnaître ce que cette chaleur morte, c'est-à-dire cette chaleur dénuée de tout aliment, pouvait produire, j'ai fait l'expérience suivante :

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Après avoir tiré du fourneau, par l'ouverture de la coulée, tout le charbon qui y était contenu, et l'avoir entièrement vidé de mine et de toute autre matière, je fis maçonner de nouveau cette ouverture et boucher avec le plus grand soin celle du gueulard en haut, toutes les pierres des parois du fourneau étant encore excessivement chaudes : l'air ne pouvait donc entrer dans le fourneau pour le rafraîchir, et la chaleur ne pouvait en sortir qu'à travers des murs de plus de neuf pieds d'épaisseur; d'ailleurs, il n'y avait dans sa cavité, qui était absolument vide, aucune matière combustible, ni même aucune autre matière. Observant donc ce qui arriverait, je m'aperçus que tout l'effet de la chaleur se portait en haut, et que quoique cette chaleur ne fût pas du feu vivant ou nourri par aucune matière combustible, elle fit rougir en peu de temps la forte plaque de tôle qui couvrait le gueulard, que cette incandescence donnée par la chaleur obscure à cette large pièce de fer se communiqua par le contact à toute la masse de poudre de charbon qui recouvrait les mortiers de cette plaque, et enflamma du bois que je fis mettre dessus. Ainsi, la seule évaporation de cette chaleur obscure et morte, qui ne pouvait sortir que des pierres du fourneau, produisit ici le même effet que le feu vif et nourri. Cette chaleur, tendant toujours en haut et se réunissant toute à l'ouverture du gueuiard au-dessous de la plaque de fer, la rendit rouge, lumineuse et capable d'enflammer des matières combustibles. D'où l'on doit conclure qu'en augmentant la masse de la chaleur obscure, on peut produire de la lumière, de la même manière qu'en augmentant la masse de la lumière, on produit de la chaleur; que dès lors ces deux substances sont réciproquement convertibles de

l'une en l'autre, et toutes deux nécessaires à l'élément du feu.

Lorsqu'on enleva cette plaque de fer qui couvrait l'ouverture supérieure du fourneau, et que la chaleur avait fait rougir, il en sortit une vapeur légère et qui parut enflammée, mais qui se dissipa dans un instant : j'observai alors les pierres des parois du fourneau ; elles me parurent calcinées en très-grande partie et très-profondément : et, en effet, ayant laissé refroidir le fourneau pendant dix jours, elles se sont trouvées calcinées jusqu'à deux pieds et même deux pieds et demi de profondeur ; ce qui ne pouvait provenir que de la chaleur que j'y avais renfermée pour faire mes expériences, attendu que, dans les autres fondages, le feu animé par les soufflets n'avait jamais calciné les mêmes pierres à plus de huit pouces d'épaisseur dans les endroits où il est le plus vif, et seulement à deux ou trois pouces dans tout le reste ; au lieu que toutes les pierres, depuis le creuset jusqu'au terre-plein du fourneau, ce qui fait une hauteur de vingt pieds, étaient généralement réduites en chaux d'un pied et demi, de deux pieds et même deux pieds et demi d'épaisseur. Comme cette chaleur renfermée n'avait pu trouver d'issue, elle avait pénétré les pierres bien plus profondément que la chaleur courante.

On pourrait tirer de cette expérience les moyens de cuire la pierre et de faire de la chaux à moindres frais, c'est-à-dire de diminuer de beaucoup la quantité de bois en se servant d'un fourneau bien fermé au lieu de fourneaux ouverts ; il ne faudrait qu'une petite quantité de charbon pour convertir en chaux, dans moins de quinze jours, toutes les pierres contenues dans le fourneau, et les murs mêmes du fourneau à plus d'un pied d'épaisseur, s'il était bien exactement fermé.

Dès que le fourneau fut assez refroidi pour permettre aux ouvriers d'y travailler, on fut obligé d'en démolir tout l'intérieur du haut en bas, sur une épaisseur circulaire de quatre pieds; on en tira cinquante-quatre muids de chaux, sur laquelle je fis les observations suivantes: 1° Toute cette pierre, dont la calcination s'était faite à feu lent et concentré, n'était pas devenue aussi légère que la pierre calcinée à la manière ordinaire ; celle-ci, comme je l'ai dit, perd à très-peu près la moitié de son poids, et celle de mon fourneau n'en avait perdu qu'environ trois huitièmes. 2° Elle ne saisit pas l'eau avec la même avidité que la chaux vive ordinaire : lorsqu'on l'y plonge, elle ne donne d'abord aucun signe de chaleur ni d'ébullition; mais peu après elle se gonfle, se divise et s'élève, en sorte qu'on n'a pas besoin de la remuer comme on remue la chaux vive ordinaire pour l'éteindre. 3° Cette chaux a une saveur beaucoup plus âcre que la chaux commune ; elle contient par conséquent beaucoup plus d'alcali fixe. 4° Elle est infiniment meilleure, plus liante et plus forte que l'autre chaux, et tous les ouvriers n'en emploient qu'environ les deux tiers de l'autre, et assurent que le mortier est encore excellent. 5° Cette chaux ne s'éteint à l'air qu'après un temps très-long, tandis qu'il ne faut qu'un jour ou deux pour réduire la chaux vive commune en poudre à l'air libre : celle-ci résiste à l'impression de l'air pendant un mois ou cinq semaines. 6° Au lieu de se réduire en farine ou en poussière sèche comme la chaux commune, elle conserve son volume ; et, lorsqu'on la divise en l'écrasant, toute la masse paraît ductile et pénétrée d'une humidité grasse et liante, qui ne peut provenir que de l'humide de l'air que la pierre a puissamment attiré et absorbé pendant les cinq semaines de temps employées à son extinction. Au reste, la chaux que l'on tire communément des fourneaux de forge a toutes ces mêmes propriétés : ainsi la chaleur obscure et lente produit encore ici les mêmes effets que le feu le plus vif et le plus violent.

Il sortit de cette démolition de l'intérieur du fourneau deux cent trente-deux quartiers de pierre de taille, tous calcinés plus ou moins profondément ; ces quartiers avaient communément quatre pieds de longueur; la plupart étaient en chaux jusqu'à dix-huit pouces, et les autres à deux pieds et même deux pieds et demi; et cette portion calcinée se séparait aisément du reste de la pierre, qui était saine et même plus dure que quand on l'avait posée pour bâtir le fourneau. Cette observation m'engagea à faire les expériences suivantes :

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

Je fis peser dans l'air et dans l'eau trois morceaux de ces pierres, qui, comme l'on voit, avaient subi la plus grande chaleur qu'elles pussent éprouver sans se réduire en chaux, et j'en comparai la pesanteur spécifique avec celle de trois autres morceaux à peu près du même volume, que j'avais fait prendre dans d'autres

quartiers de cette même pierre qui n'avaient point été employés à la construction du fourneau, ni par conséquent chauffés, mais qui avaient été tirés de la même carrière neuf mois auparavant, et qui étaient restés à l'exposition du soleil et de l'air. Je trouvai que la pesanteur spécifique des pierres échauffées à ce grand feu pendant cinq mois avait augmenté; qu'elle était constamment plus grande que celle de la même pierre non échauffée, d'un quatre-vingt-unième sur le premier morceau, d'un quatre-vingt-dixième sur le second, et d'un quatre-vingt-cinquième sur le troisième : donc la pierre chauffée au degré voisin de celui de sa calcination gagne au moins un quatre-vingt-sixième de masse, au lieu qu'elle en perd trois huitièmes par la calcination, qui ne suppose qu'un degré de chaleur de plus. Cette différence ne peut venir que de ce qu'à un certain degré de violente chaleur ou de feu, tout l'air et toute l'eau transformés en matière fixe dans la pierre reprennent leur première nature, leur élasticité, leur volatilité, et que dès lors ils se dégagent de la pierre et s'élèvent en vapeurs, que le feu enlève et entraîne avec lui. Nouvelle preuve que la pierre calcaire est en très-grande partie composée d'air fixe et d'eau fixe saisis et transformés en matière solide par le filtre animal.

Après ces expériences, j'en fis d'autres sur cette même pierre échauffée à un moindre degré de chaleur, mais pendant un temps aussi long; je fis détacher pour cela trois morceaux des parois extérieures de la lunette de la tuyère, dans un endroit où la chaleur était à peu près de quatre-vingt-quinze degrés, parce que le soufre appliqué contre la muraille s'y ramollissait et commençait à fondre, et que ce degré de chaleur est à très-peu près celui auquel le soufre entre en fusion. Je trouvai, par trois épreuves semblables aux précédentes, que cette même pierre, chauffée à ce degré pendant cinq mois, avait augmenté en pesanteur spécifique d'un soixante-cinquième, c'est-à-dire de presque un quart de plus que celle qui avait éprouvé le degré de chaleur voisin de celui de la calcination, et je conclus de cette différence que l'effet de la calcination commençait à se préparer dans la pierre qui avait subi le plus grand feu, au lieu que celle qui n'avait éprouvé qu'une moindre chaleur avait conservé toutes les parties fixes qu'elle y avait déposées.

Pour me satisfaire pleinement sur ce sujet, et reconnaître si toutes les pierres calcaires augmentent en pesanteur spécifique par une chaleur constamment et longtemps appliquée, je fis six nouvelles épreuves sur deux autres espèces de pierres. Celle dont était construit l'intérieur de mon fourneau, et qui a servi aux expériences précédentes, s'appelle dans le pays *pierre à feu*, parce qu'elle résiste plus à l'action du feu que toutes les autres pierres calcaires. Sa substance est composée de petits graviers calcaires liés ensemble par un ciment pierreux qui n'est pas fort dur, et qui laisse quelques interstices vides; sa pesanteur est néanmoins plus grande que celle des autres pierres calcaires d'environ un vingtième. En ayant éprouvé plusieurs morceaux au feu de mes chaufferies, il a fallu pour les calciner plus du double de temps de celui qu'il fallait pour réduire en chaux les autres pierres; on peut donc être assuré que les expériences précédentes ont été faites sur la pierre calcaire la plus résistante au feu. Les pierres auxquelles je vais la comparer étaient aussi de très-bonnes pierres calcaires, dont on fait la plus belle taille pour les bâtiments : l'une a le grain fin et presque aussi serré que celui du marbre; l'autre a le grain un peu plus gros : mais toutes deux sont compactes et pleines; toutes deux font de l'excellente chaux grise, plus liante et plus forte que la chaux commune, qui est plus blanche.

En pesant dans l'air et dans l'eau trois morceaux chauffés et trois autres non chauffés de cette première pierre dont le grain était le plus fin, j'ai trouvé qu'elle avait gagné un cinquante-sixième en pesanteur spécifique, par l'application constante pendant cinq mois d'une chaleur d'environ quatre-vingt-dix degrés; ce que j'ai reconnu, parce qu'elle était voisine de celle dont j'avais fait casser les morceaux dans la voûte extérieure du fourneau, et que le soufre ne fondait plus contre ses parois. En ayant donc fait enlever trois morceaux encore chauds pour les peser et comparer avec d'autres morceaux de la même pierre qui étaient restés exposés à l'air libre, j'ai vu que l'un des morceaux avait augmenté d'un soixantième, le second d'un soixante-deuxième, le troisième d'un cinquante-sixième. Ainsi cette pierre à grain très-fin a augmenté en pesanteur spécifique de près d'un tiers de plus que la pierre à feu chauffée au degré voisin de celui de la calcination, et aussi d'environ un septième de plus que cette même pierre

à feu chauffée à quatre-vingt-quinze degrés, c'est-à-dire à une chaleur à peu près égale.

La seconde pierre, dont le grain était moins fin, formait une assise entière de la voûte extérieure du fourneau, et je fus maître de choisir les morceaux dont j'avais besoin pour l'expérience, dans un quartier qui avait subi pendant le même temps de cinq mois le même degré quatre-vingt-quinze de chaleur que la pierre à feu : en ayant donc fait casser trois morceaux, et m'étant muni de trois autres qui n'avaient pas été chauffés, je trouvai que l'un de ces morceaux chauffés avait augmenté d'un cinquante-quatrième, le second d'un soixante-troisième, et le troisième d'un soixante-sixième; ce qui donne pour la mesure moyenne un soixante-unième d'augmentation en pesanteur spécifique.

Il résulte de ces expériences : 1° que toute pierre calcaire, chauffée pendant longtemps, acquiert de la masse et devient plus pesante; cette augmentation ne peut venir que des particules de chaleur qui la pénètrent et s'y unissent par leur longue résidence, et qui dès lors en deviennent partie constituante sous une forme fixe; 2° que cette augmentation de pesanteur spécifique, étant d'un soixante-unième ou d'un cinquante-sixième ou d'un soixante-cinquième, ne se trouve varier ici que par la nature des différentes pierres; que celles dont le grain est le plus fin sont celles dont la chaleur augmente le plus la masse, et dans lesquelles les pores étant plus petits, elle se fixe plus aisément et en plus grande quantité; 3° que la quantité de chaleur qui se fixe dans la pierre est encore bien plus grande que ne le désigne ici l'augmentation de la masse; car la chaleur, avant de se fixer dans la pierre, a commencé par en chasser toutes les parties humides qu'elle contenait. On sait qu'en distillant la pierre calcaire dans une cornue bien fermée, on tire de l'eau pure jusqu'à concurrence d'un seizième de son poids; mais, comme une chaleur de quatre-vingt-quinze degrés, quoique appliquée pendant cinq mois, pourrait néanmoins produire à cet égard de moindres effets que le feu violent qu'on applique à un vaisseau dans lequel on distille la pierre, réduisons de moitié et même des trois quarts cette quantité d'eau enlevée à la pierre par la chaleur de quatre-vingt-quinze degrés; on ne pourra pas disconvenir que la quantité de chaleur qui s'est fixée dans cette pierre ne soit d'abord d'un soixantième indiqué par l'augmentation de la pesanteur spécifique, et encore d'un soixante-quatrième pour le quart de la quantité d'eau qu'elle contenait, et que cette chaleur aura fait sortir; en sorte qu'on peut assurer, sans craindre de se tromper, que la chaleur qui pénètre dans la pierre, lui étant appliquée pendant longtemps, s'y fixe en assez grande quantité pour en augmenter la masse tout au moins d'un trentième, même dans la supposition qu'elle n'ait chassé pendant ce long temps que le quart de l'eau que la pierre contenait.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

Toutes les pierres calcaires dont la pesanteur spécifique augmente par la longue application de la chaleur acquièrent, par cette espèce de dessèchement, plus de dureté qu'elles n'en avaient auparavant. Voulant reconnaître si cette dureté serait durable, et si elles ne perdraient pas avec le temps non-seulement cette qualité, mais celle de l'augmentation de densité qu'elles avaient acquise par la chaleur, je fis exposer aux injures de l'air plusieurs parties des trois espèces de pierres qui avaient servi aux expériences précédentes, et qui toutes avaient été plus ou moins chauffées pendant cinq mois. Au bout de quinze jours, pendant lesquels il y avait eu des pluies, je les fis sonder et frapper au marteau par le même ouvrier qui les avait trouvées très-dures quinze jours auparavant : il reconnut avec moi que la pierre à feu, qui était la plus poreuse, et dont le grain était le plus gros, n'était déjà plus aussi dure, et qu'elle se laissait travailler plus aisément. Mais les deux autres espèces, et surtout celle dont le grain était le plus fin, avaient conservé la même dureté; néanmoins elles la perdirent en moins de six semaines; et, les ayant fait alors éprouver à la balance hydrostatique, je reconnus qu'elles avaient aussi perdu une assez grande quantité de la matière fixe que la chaleur y avait déposée; néanmoins, au bout de plusieurs mois, elles étaient toujours spécifiquement plus pesantes d'un cent-cinquantième ou d'un cent-soixantième que celles qui n'avaient point été chauffées. La différence devenant alors trop difficile à saisir entre ces morceaux et ceux qui n'avaient pas été chauffés, et qui tous étaient également exposés à l'air, je fus forcé de borner là cette expérience; mais je suis persuadé qu'avec beaucoup de temps ces pierres auraient perdu toute leur pe-

santeur acquise. Il en est de même de la dureté : après quelques mois d'exposition à l'air, les ouvriers les ont traitées tout aussi aisément que les autres pierres de même espèce qui n'avaient point été chauffées.

Il résulte de cette expérience que les particules de chaleur qui se fixent dans la pierre n'y sont, comme je l'ai dit, unies que par force; que, quoiqu'elle les conserve après son entier refroidissement, et pendant assez longtemps, si on la préserve de toute humidité, elle les perd néanmoins peu à peu par les impressions de l'air et de la pluie, sans doute parce que l'air et l'eau ont plus d'affinité avec la pierre que les parties de la chaleur qui s'y étaient logées. Cette chaleur fixe n'est plus active ; elle est pour ainsi dire morte et entièrement passive: dès lors, bien loin de pouvoir chasser l'humidité, celle-ci la chasse à son tour et reprend toutes les places qu'elle lui avait cédées. Mais, dans d'autres matières qui n'ont pas avec l'eau autant d'affinité que la pierre calcaire, cette chaleur une fois fixée n'y demeure-t-elle pas constamment et à toujours ? C'est ce que j'ai cherché à constater par l'expérience suivante.

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai pris plusieurs morceaux de fonte de fer que j'ai fait casser dans les gueuses qui avaient servi plusieurs fois à soutenir les parois de la cheminée de mon fourneau, et qui par conséquent avaient été chauffées trois fois, pendant quatre ou cinq mois de suite, au degré de chaleur qui calcine la pierre ; car ces gueuses avaient soutenu les pierres ou les briques de l'intérieur du fourneau, et n'étaient défendues de l'action immédiate du feu que par une pierre épaisse de trois ou quatre pouces qui formait le premier rang des étalages du fourneau. Ces dernières pierres, ainsi que toutes les autres dont les étalages étaient construits, s'étaient réduites en chaux à chaque fondage, et la calcination avait toujours pénétré de près de huit pouces dans celles qui étaient exposées à la plus violente action du feu. Ainsi les gueuses, qui n'étaient recouvertes que de quatre pouces par ces pierres, avaient certainement subi le même degré de feu que celui qui produit la parfaite calcination de la pierre, et l'avaient, comme je l'ai dit, subi trois fois pendant quatre ou cinq mois de suite. Les morceaux de cette fonte de fer, que je fis casser, ne se séparèrent du reste de la gueuse qu'à coups de masse très-réitérés ; au lieu que des gueuses de cette même fonte, mais qui n'avaient pas subi l'action du feu, étaient très-cassantes et se séparaient en morceaux aux premiers coups de masse. Je reconnus dès lors que cette fonte, chauffée à un aussi grand feu et pendant si longtemps, avait acquis beaucoup plus de dureté et de ténacité qu'elle n'en avait auparavant, beaucoup plus même à proportion que n'en avaient acquis les pierres calcaires. Par ce premier indice, je jugeai que je trouverais une différence encore plus grande dans la pesanteur spécifique de cette fonte si longtemps échauffée. Et en effet, le premier morceau que j'éprouvai à la balance hydrostatique pesait dans l'air quatre livres quatre onces trois gros, ou cinq cent quarante-sept gros ; le même morceau pesait dans l'eau trois livres onze onces deux gros et demi, c'est-à-dire quatre cent soixante-quatorze gros et demi : la différence est de soixante-douze gros et demi. L'eau dont je me servais pour mes expériences pesait exactement soixante-dix livres le pied cube, et le volume d'eau déplacé par celui du morceau de cette fonte pesait soixante-douze gros et demi. Ainsi, soixante-douze gros et demi, poids du volume de l'eau déplacée par le morceau de fonte, sont à soixante-dix livres, poids du pied cube de l'eau, comme cinq cent quarante-sept gros, poids du morceau de fonte, sont à cinq cent vingt-huit livres deux onces un gros quarante-sept grains, poids du pied cube de cette fonte; et ce poids excède beaucoup celui de cette même fonte lorsqu'elle n'a pas été chauffée : c'est une fonte blanche qui communément est très-cassante, et dont le poids n'est que de quatre cent quatre-vingt-quinze ou cinq cents livres tout au plus. Ainsi la pesanteur spécifique se trouve augmentée de vingt-huit sur cinq cents par cette très-longue application de la chaleur, ce qui fait environ un dix-huitième de la masse. Je me suis assuré de cette grande différence par cinq épreuves successives, pour lesquelles j'ai eu attention de prendre toujours des morceaux pesant chacun quatre livres au moins, et comparés un à un avec des morceaux de même figure et d'un volume à peu près égal ; car, quoiqu'il paraisse qu'ici la différence du volume, quelque grande qu'elle soit, ne devrait rien faire, et ne peut influer sur le résultat de l'opération de la balance hydrostatique, cependant ceux qui sont exercés à la manier se seront aperçus, comme moi, que les ré-

sultats sont toujours plus justes lorsque les volumes des matières qu'on compare ne sont pas bien plus grands l'un que l'autre. L'eau, quelque fluide qu'elle nous paraisse, a néanmoins un certain petit degré de ténacité qui influe plus ou moins snr des volumes plus ou moins grands. D'ailleurs il y a très-peu de matières qui soient parfaitement homogènes, ou égales en pesanteur, dans toutes les parties extérieures du volume qu'on soumet à l'épreuve. Ainsi, pour obtenir un résultat sur lequel on puisse compter précisément, il faut toujours comparer des morceaux d'un volume approchant, et d'une figure qui ne soit pas bien différente; car, si d'une part on pesait un globe de fer de deux livres, et d'autre part une feuille de tôle du même poids, on trouverait à la balance hydrostatique leur pesanteur spécifique différente, quoiqu'elle fût réellement la même.

Je crois que quiconque réfléchira sur les expériences précédentes et sur leurs résultats, ne pourra disconvenir que la chaleur, très-longtemps appliquée aux différents corps qu'elle pénètre, ne dépose dans leur intérieur une très-grande quantité de particules qui deviennent parties constituantes de leur masse, et qui s'y unissent et y adhèrent d'autant plus que les matières se trouvent avoir avec elles plus d'affinité et d'autres rapports de nature. Aussi, me trouvant muni de ces expériences, je n'ai pas craint d'avancer, dans mon Traité des Éléments, que les molécules de la chaleur se fixaient dans tous les corps, comme s'y fixent celles de la lumière et celles de l'air, dès qu'il est accompagné de chaleur ou de feu.

SIXIÈME MÉMOIRE.

ARTICLE PREMIER.

INVENTION DE MIROIRS POUR BRULER A DE GRANDES DISTANCES.

L'histoire des miroirs ardents d'Archimède est fameuse; il les inventa pour la défense de sa patrie, et il lança, disent les anciens, le feu du soleil sur la flotte ennemie qu'il réduisit en cendres lorsqu'elle approcha des remparts de Syracuse. Mais cette histoire, dont on n'a pas douté pendant quinze ou seize siècles, a d'abord été contredite, et ensuite traitée de fable dans ces derniers temps. Descartes, né pour juger et même pour surpasser Archimède, a prononcé contre lui d'un ton de maître : il a nié la possibilité de l'invention, et son opinion a prévalu sur les témoignages et sur la croyance de toute l'antiquité : les physiciens modernes, soit par respect pour leur philosophe, soit par complaisance pour leurs contemporains, ont été de même avis. On n'accorde guère aux anciens que ce qu'on ne peut leur ôter : déterminés peut-être par ces motifs, dont l'amour-propre ne se sert que trop souvent sans qu'on s'en aperçoive, n'avons-nous pas naturellement trop de penchant à refuser ce que nous devons à ceux qui nous ont précédés? Et si notre siècle refuse plus qu'un autre, ne serait-ce pas qu'étant plus éclairé, il croit avoir plus de droits à la gloire, plus de prétentions à la supériorité?

Quoi qu'il en soit, cette invention était dans le cas de plusieurs autres découvertes de l'antiquité qui se sont évanouies, parce qu'on a préféré la facilité de les nier à la difficulté de les retrouver; et les miroirs ardents d'Archimède étaient si décriés, qu'il ne paraissait pas possible d'en rétablir la réputation; car, pour appeler du jugement de Descartes, il fallait quelque chose de plus fort que des raisons, et il ne restait qu'un moyen sûr et décisif, à la vérité, mais difficile et hardi; c'était d'entreprendre de trouver les miroirs, c'est-à-dire d'en faire qui pussent produire les mêmes effets. J'en avais conçu depuis longtemps l'idée, et j'avouerai volontiers que le plus difficile de la chose était de la voir possible, puisque, dans l'exécution, j'ai réussi au delà même de mes espérances.

J'ai donc cherché le moyen de faire des miroirs pour brûler à de grandes distances, comme de cent, de deux cents et trois cents pieds. Je savais en général qu'avec les miroirs par réflexion l'on n'avait jamais brûlé qu'à quinze ou vingt pieds tout au plus, et qu'avec ceux qui sont réfringents la distance était encore plus courte; et je sentais bien qu'il était impossible dans la pratique de travailler un miroir de métal ou de verre avec assez d'exactitude pour brûler à ces grandes distances; que pour brûler, par exemple, à deux cents pieds, la sphère ayant dans ce cas huit cents pieds de diamètre, on ne pouvait rien espérer de la méthode ordinaire de travailler les verres; et je me persuadai bientôt que, quand même on pourrait en trouver une nouvelle pour donner à de grandes pièces de verre ou de métal une courbure aussi

légère, il n'en résulterait encore qu'un avantage très-peu considérable, comme je le dirai dans la suite.

Mais, pour aller par ordre, je cherchai d'abord combien la lumière du soleil perdait par la réflexion à différentes distances, et quelles sont les matières qui la réfléchissent le plus fortement. Je trouvai premièrement que les glaces étamées, lorsqu'elles sont polies avec un peu de soin, réfléchissent plus puissamment la lumière que les métaux les mieux polis, et même mieux que le métal composé dont on se sert pour faire des miroirs de télescopes; et que, quoiqu'il y ait dans les glaces deux réflexions, l'une à la surface et l'autre à l'intérieur, elles ne laissent pas de donner une lumière plus vive et plus nette que le métal, qui produit une lumière colorée.

En second lieu, en recevant la lumière du soleil dans un endroit obscur, et en la comparant avec cette même lumière du soleil réfléchie par une glace, je trouvai qu'à de petites distances, comme de quatre ou cinq pieds, elle ne perdait qu'environ moitié par la réflexion; ce que je jugeai en faisant tomber sur la première lumière réfléchie une seconde lumière aussi réfléchie; car la vivacité de ces deux lumières réfléchies me parut égale à celle de la lumière directe.

Troisièmement, ayant reçu à de grandes distances, comme à cent, deux cents et trois cents pieds, cette même lumière réfléchie par de grandes glaces, je reconnus qu'elle ne perdait presque rien de sa force par l'épaisseur de l'air qu'elle avait à traverser.

Ensuite, je voulus essayer les mêmes choses sur la lumière des bougies; et, pour m'assurer plus exactement de la quantité d'affaiblissement que la réflexion cause à cette lumière, je fis l'expérience suivante :

Je me mis vis-à-vis une glace de miroir avec un livre à la main, dans une chambre où l'obscurité de la nuit était entière, et où je ne pouvais distinguer aucun objet; je fis allumer dans une chambre voisine, à quarante pieds de distance environ, une seule bougie, et je la fis approcher peu à peu, jusqu'à ce que je pusse distinguer les caractères et lire le livre que j'avais à la main : la distance se trouva de vingt-quatre pieds du livre à la bougie. Ensuite, ayant retourné le livre du côté du miroir, je cherchai à lire par cette même lumière réfléchie, et je fis intercepter par un paravent la partie de la lumière directe qui ne tombait pas sur le miroir, afin de n'avoir sur mon livre que la lumière réfléchie. Il fallut approcher la bougie, ce qu'on fit peu à peu, jusqu'à ce que je pusse lire les mêmes caractères éclairés par la lumière réfléchie; et alors la distance du livre à la bougie, y compris celle du livre au miroir, qui n'était que d'un demi-pied, se trouva être en tout de quinze pieds. Je répétai cela plusieurs fois, et j'eus toujours les mêmes résultats, à très-peu près; d'où je conclus que la force ou la quantité de la lumière directe est à celle de la lumière réfléchie comme cinq cent soixante-seize est à deux cent vingt-cinq. Ainsi l'effet de la lumière de cinq bougies reçue par une glace plane est à peu près égal à celui de la lumière directe de deux bougies.

La lumière des bougies perd donc plus par la réflexion que la lumière du soleil; et cette différence vient de ce que les rayons de lumière qui partent de la bougie comme d'un centre tombent plus obliquement sur le miroir que les rayons du soleil qui viennent presque parallèlement. Cette expérience confirma donc ce que j'avais trouvé d'abord, et je tins pour sûr que la lumière du soleil ne perd qu'environ moitié par sa réflexion sur une glace de miroir.

Ces premières connaissances dont j'avais besoin étant acquises, je cherchai ensuite ce que deviennent en effet les images du soleil lorsqu'on les reçoit à de grandes distances. Pour bien entendre ce que je vais dire, il ne faut pas, comme on le fait ordinairement, considérer les rayons du soleil comme parallèles; et il faut se souvenir que le corps du soleil occupe à nos yeux une étendue d'environ trente-deux minutes; que par conséquent les rayons qui partent du bord supérieur du disque venant à tomber sur un point d'une surface réfléchissante, les rayons qui partent du bord inférieur venant à tomber aussi sur le même point de cette surface, ils forment entre eux un angle de trente-deux minutes dans l'incidence, et ensuite dans la réflexion, et que par conséquent l'image doit augmenter de grandeur à mesure qu'elle s'éloigne. Il faut de plus faire attention à la figure de ces images : par exemple, une glace plane carrée d'un demi-pied, exposée aux rayons du soleil, formera une image carrée de six pouces, lorsqu'on recevra cette image à une petite distance de la glace, comme de quelques pieds; en s'éloignant peu à peu, on voit l'image augmenter, ensuite se déformer,

enfin s'arrondir et demeurer ronde, toujours en s'agrandissant, à mesure qu'elle s'éloigne du miroir. Cette image est composée d'autant de disques du soleil qu'il y a de points physiques dans la surface réfléchissante : le point du milieu forme une image du disque; les points voisins en forment de semblables et de même grandeur qui excèdent un peu le disque du milieu; il en est de même de tous les autres points, et l'image est composée d'une infinité de disques, qui, se surmontant régulièrement, et anticipant circulairement les uns sur les autres, forment l'image réfléchie dont le point du milieu de la glace est le centre.

Si l'on reçoit l'image composée de tous ces disques à une petite distance, alors l'étendue qu'ils occupent n'étant qu'un peu plus grande que celle de la glace, cette image est de la même figure et à peu près de la même étendue que la glace. Si la glace est carrée, l'image est carrée; si la glace est triangulaire, l'image est triangulaire : mais lorsqu'on reçoit l'image à une grande distance de la glace où l'étendue qu'occupent les disques est beaucoup plus grande que celle de la glace, l'image ne conserve plus la figure carrée ou triangulaire de la glace; elle devient nécessairement circulaire : et, pour trouver le point de distance où l'image perd sa figure carrée, il n'y a qu'à chercher à quelle distance la glace nous paraît sous un angle égal à celui que forme le corps du soleil à nos yeux, c'est-à-dire sous un angle de trente-deux minutes; cette distance sera celle où l'image perdra sa figure carrée, et deviendra ronde; car les disques ayant toujours pour diamètre une ligne égale à la corde de l'arc de cercle qui mesure un angle de trente-deux minutes, on trouvera, par cette règle, qu'une glace carrée de six pouces perd sa figure carrée à la distance d'environ soixante pieds, et qu'une glace d'un pied en carré ne la perd qu'à cent vingt pieds environ, et ainsi des autres.

En réfléchissant un peu sur cette théorie, on ne sera plus étonné de voir qu'à de très-grandes distances une grande et une petite glace donnent à peu près une image de la même grandeur, et qui ne diffère que par l'intensité de la lumière : on ne sera plus surpris qu'une glace ronde, ou carrée, ou longue, ou triangulaire, ou de telle autre figure que l'on voudra [1], donne toujours des images rondes; et on verra clairement que les images ne s'agrandissent et ne s'affaiblissent pas par la dispersion de la lumière, ou par la perte qu'elle fait en traversant l'air, comme l'ont cru quelques physiciens, et que cela n'arrive au contraire que par l'augmentation des disques, qui occupent toujours un espace de trente-deux minutes à quelque éloignement qu'on les porte.

De même on sera convaincu, par la simple exposition de cette théorie, que les courbes, de quelque espèce qu'elles soient, ne peuvent être employées avec avantage pour brûler de loin, parce que le diamètre du foyer de toutes les courbes ne peut jamais être plus petit que la corde de l'arc qui mesure un angle de trente-deux minutes, et que par conséquent le miroir concave le plus parfait, dont le diamètre serait égal à cette corde, ne ferait jamais le double de l'effet de ce miroir plan de même surface [1]; et, si le diamètre de ce miroir courbe était plus petit que cette corde, il ne ferait guère plus d'effet qu'un miroir plan de même surface.

Lorsque j'eus bien compris ce que je viens d'exposer, je me persuadai bientôt, à n'en pouvoir douter, qu'Archimède n'avait pu brûler de loin qu'avec des miroirs plans; car, indépendamment de l'impossibilité où l'on était alors, et où l'on serait encore aujourd'hui, d'exécuter des miroirs concaves d'un aussi long foyer, je sentis bien que les réflexions que je viens de faire ne pouvaient pas avoir échappé à ce grand mathématicien. D'ailleurs je pensai que, selon toutes les apparences, les anciens ne savaient pas faire de grandes masses de verre, qu'ils ignoraient l'art de le couler pour en faire de grandes glaces, qu'ils n'avaient tout au plus que celui de le souffler et d'en faire des bouteilles et des vases; et je me persuadai aisément que c'était avec des miroirs plans de métal poli, et par la réflexion des rayons du soleil qu'Archimède avait brûlé au loin : mais, comme j'avais reconnu que les miroirs de glace réfléchissent plus puissamment la lumière que les miroirs du métal le plus poli, je pensai à faire construire une machine pour faire coïncider au même point les images réfléchies par un grand nombre de ces glaces planes, bien convaincu que ce moyen était le seul par lequel il fût possible de réussir.

[1] C'est par cette même raison que les petites images du soleil qui passent entre les feuilles des arbres élevés et touffus, qui tombent sur le sable d'une allée, sont toutes ovales ou rondes.

[1] Si l'on se donne la peine de le supputer, on trouvera que le miroir courbe le plus parfait n'a d'avantage sur un miroir plan que dans la raison de 17 à 10, du moins à très-peu près.

Cependant j'avais encore des doutes, et qui me paraissaient même très-bien fondés ; car voici comment je raisonnais : Supposons que la distance à laquelle je veux brûler soit de deux cent quarante pieds, je vois clairement que le foyer de mon miroir ne peut avoir moins de deux pieds de diamètre à cette distance ; dès lors, quelle sera l'étendue que je serai obligé de donner à mon assemblage de miroirs plans pour produire du feu dans un aussi grand foyer? Elle pouvait être si grande que la chose eût été impraticable dans l'exécution : car, en comparant le diamètre du foyer au diamètre du miroir, dans les meilleurs miroirs par réflexion que nous ayons, par exemple, avec le miroir de l'Académie, j'avais observé que le diamètre de ce miroir, qui est de trois pieds, était cent huit fois plus grand que le diamètre de son foyer, qui n'a qu'environ quatre lignes, et j'en concluais que, pour brûler aussi vivement à deux cent quarante pieds, il eût été nécessaire que mon assemblage de miroirs eût eu deux cent seize pieds de diamètre, puisque le foyer aurait deux pieds : or, un miroir de deux cent seize pieds de diamètre était assurément une chose impossible.

A la vérité, ce miroir de trois pieds de diamètre brûle assez vivement pour fondre l'or, et je voulus voir combien j'avais à gagner en réduisant son action à n'enflammer que du bois : pour cela, j'appliquai sur le miroir des zones circulaires de papier pour en diminuer le diamètre, et je trouvai qu'il n'avait plus assez de force pour enflammer du bois sec lorsque son diametre fut réduit à quatre pouces huit ou neuf lignes. Prenant donc cinq pouces ou soixante lignes pour l'étendue du diamètre nécessaire pour brûler avec un foyer de quatre lignes, je ne pouvais me dispenser de conclure que pour brûler également à deux cent quarante pieds où le foyer aurait nécessairement deux pieds de diamètre, il me faudrait un miroir de trente pieds de diamètre ; ce qui me paraissait encore une chose impossible, ou du moins impraticable.

A des raisons si positives, et que d'autres auraient regardées comme des démonstrations de l'impossibilité du miroir, je n'avais rien à opposer qu'un soupçon, mais un soupçon ancien, et sur lequel plus j'avais réfléchi, plus je m'étais persuadé qu'il n'était pas sans fondement : c'est que les effets de la chaleur pouvaient bien n'être pas proportionnels à la quantité de lumière, ou, ce qui revient au même, qu'à égale intensité de lumière les grands foyers devaient brûler plus vivement que les petits.

En estimant la chaleur mathématiquement, il n'est pas douteux que la force des foyers de même longueur ne soit proportionnelle à la surface des miroirs. Un miroir dont la surface est double de celle d'un autre doit avoir un foyer de la même grandeur, si la courbure est la même ; et ce foyer de même grandeur doit contenir le double de la quantité de lumière que contient le premier foyer ; et, dans la supposition que les effets sont toujours proportionnels à leurs causes, on avait toujours cru que la chaleur de ce second foyer devait être double de celle du premier.

De même et par la même estimation mathématique, on a toujours cru qu'à égale intensité de lumière, un petit foyer devait brûler autant qu'un grand, et que l'effet de la chaleur devait être proportionnel à cette intensité de lumière : *en sorte*, disait Descartes, *qu'on peut faire des verres ou des miroirs extrêmement petits qui brûleront avec autant de violence que les plus grands.* Je pensai d'abord, comme je l'ai dit ci-dessus, que cette conclusion, tirée de la théorie mathématique, pourrait bien se trouver fausse dans la pratique, parce que la chaleur étant une qualité physique de l'action et de la propagation de laquelle nous ne connaissons pas bien les lois, il me semblait qu'il y avait quelque espèce de témérité à en estimer ainsi les effets par un raisonnement de simple spéculation.

J'eus donc recours encore une fois à l'expérience : je pris des miroirs de métal de différents foyers et de différents degrés de poliment ; et, en comparant l'action des différents foyers sur les mêmes matières fusibles ou combustibles, je trouvai qu'à égale intensité de lumière les grands foyers font constamment beaucoup plus d'effet que les petits, et produisent souvent l'inflammation et la fusion, tandis que les petits ne produisent qu'une chaleur médiocre : je trouvai la même chose avec les miroirs par réfraction. Pour le faire mieux sentir, prenons, par exemple, un grand miroir ardent par réfraction, tel que celui du sieur Segard, qui a trente-deux pouces de diamètre, et un foyer de huit lignes de largeur, à six pieds de distance, auquel foyer le cuivre se fond en moins d'une

minute, et faisons dans les mêmes proportions un petit verre ardent de trente-deux lignes de diamètre, dont le foyer sera de $\frac{8}{12}$ ou $\frac{2}{3}$ de ligne, et la distance à six pouces. Puisque le grand miroir fond le cuivre en une minute dans l'étendue entière de son foyer, qui est de huit lignes, le petit verre devrait, selon la théorie, fondre dans le même temps la même matière, dans l'étendue de son foyer, qui est de $\frac{2}{3}$ de ligne. Ayant fait l'expérience, j'ai trouvé, comme je m'y attendais bien, que, loin de fondre le cuivre, ce petit verre ardent pouvait à peine donner un peu de chaleur à cette matière.

La raison de cette différence est aisée à donner, si l'on fait attention que la chaleur se communique de proche en proche, et se disperse, pour ainsi dire, lors même qu'elle est appliquée continuellement sur le même point : par exemple, si l'on fait tomber le foyer d'un verre ardent sur le centre d'un écu, et que ce foyer n'ait qu'une ligne de diamètre, la chaleur qu'il produit sur le centre de l'écu se disperse et s'étend dans le volume entier de l'écu, et il devient chaud jusqu'à la circonférence ; dès lors toute la chaleur, quoique employée d'abord contre le centre de l'écu, ne s'y arrête pas, et ne peut pas produire un aussi grand effet que si elle y demeurait tout entière. Mais si, au lieu d'un foyer d'une ligne qui tombe sur le milieu de l'écu, on fait tomber sur l'écu tout entier un foyer d'égale intensité, toutes les parties de l'écu étant également échauffées, dans ce dernier cas, non-seulement il n'y a pas de perte de chaleur, comme dans le premier, mais même il y a du gain et de l'augmentation de chaleur ; car le point du milieu profitant de la chaleur des autres points qui l'environnent, l'écu sera fondu dans ce dernier cas, tandis que, dans le premier, il ne sera que légèrement échauffé.

Après avoir fait ces expériences et ces réflexions, je sentis augmenter prodigieusement l'espérance que j'avais de réussir à faire des miroirs qui brûleraient au loin ; car je commençai à ne plus craindre, autant que je l'avais craint d'abord, la grande étendue des foyers : je me persuadai au contraire qu'un foyer d'une largeur considérable, comme de deux pieds, et dans lequel l'intensité de la lumière ne serait pas à beaucoup près aussi grande que dans un petit foyer, comme de quatre lignes, pourrait cependant produire avec plus de force l'inflammation et l'embrasement, et que par conséquent ce miroir, qui, par la théorie mathématique, devait avoir au moins trente pieds de diamètre, se réduirait sans doute à un miroir de huit ou dix pieds tout au plus ; ce qui est non-seulement une chose possible, mais même très-praticable.

Je pensai donc sérieusement à exécuter mon projet : d'abord j'avais dessein de brûler à deux cents ou trois cents pieds avec des glaces circulaires ou hexagones d'un pied carré de surface, et je voulais faire quatre châssis de fer pour les porter, avec trois vis à chacune pour les mouvoir en tout sens, et un ressort pour les assujettir ; mais la dépense trop considérable qu'exigeait cet ajustement me fit abandonner cette idée, et je me rabattis à des glaces communes de six pouces sur huit pouces, et un ajustement en bois, qui, à la vérité, est moins solide et moins précis, mais dont la dépense convenait mieux à une tentative. M. Passemant, dont l'habileté dans les mécaniques est connue même de l'Académie, se chargea de ce détail ; et je n'en ferai pas la description, parce qu'un coup d'œil sur le miroir en fera mieux entendre la construction qu'un long discours.

Il suffira de dire qu'il a d'abord été composé de cent soixante-huit glaces étamées de six pouces sur huit pouces chacune, éloignées les unes des autres d'environ quatre lignes ; que chacune de ces glaces se peut mouvoir en tout sens et indépendamment de toutes, et que les quatre lignes d'intervalle qui sont entre elles servent non-seulement à la liberté de ce mouvement, mais aussi à laisser voir à celui qui opère l'endroit où il faut conduire ses images. Au moyen de cette construction, l'on peut faire tomber sur le même point les cent soixante-huit images, et par conséquent brûler à plusieurs distances, comme à vingt, trente et jusqu'à cent cinquante pieds, et à toutes les distances intermédiaires ; et en augmentant la grandeur du miroir, ou en faisant d'autres miroirs semblables au premier, on est sûr de porter le feu à de plus grandes distances encore, ou d'en augmenter autant qu'on voudra la force ou l'activité à ces premières distances.

Seulement il faut observer que le mouvement dont j'ai parlé n'est point trop aisé à exécuter, et que d'ailleurs il y a un grand choix à faire dans les glaces : elles ne sont pas toutes à beaucoup près également bonnes, quoiqu'elles paraissent telles à la première inspection ; j'ai été

obligé d'en prendre plus de cinq cents pour avoir les cent soixante-huit dont je me suis servi. La manière de les essayer est de recevoir à une grande distance, par exemple, à cent cinquante pieds, l'image réfléchie du soleil contre un plan vertical; il faut choisir celles qui donnent une image ronde et bien terminée, et rebuter toutes les autres qui sont en beaucoup plus grand nombre, et dont les épaisseurs étant inégales en différents endroits, ou la surface un peu concave ou convexe, au lieu d'être plane, donnent des images mal terminées, doubles, triples, oblongues, chevelues, etc., suivant les différentes défectuosités qui se trouvent dans les glaces.

Par la première expérience, que j'ai faite le 23 mars 1747, à midi, j'ai mis le feu à soixante-six pieds de distance à une planche de hêtre goudronnée, avec quarante glaces seulement, c'est-à-dire avec le quart du miroir environ; mais il faut observer que, n'étant pas encore monté sur son pied, il était posé très-désavantageusement, faisant avec le soleil un angle de près de vingt degrés de déclinaison, et un autre de plus de dix degrés d'inclinaison.

Le même jour, j'ai mis le feu à une planche goudronnée et soufrée à cent vingt-six pieds de distance avec quatre-vingt-dix-huit glaces, le miroir étant posé encore plus désavantageusement. On sent bien que, pour brûler avec le plus d'avantage, il faut que le miroir soit directement opposé au soleil, aussi bien que les matières qu'on veut enflammer; en sorte qu'en supposant un plan perpendiculaire sur le plan du miroir, il faut qu'il passe par le soleil, et en même temps par le milieu des matières combustibles.

Le 3 avril, à quatre heures du soir, le miroir étant monté et posé sur son pied, on a produit une légère inflammation sur une planche couverte de laine hachée à cent trente-huit pieds de distance, avec cent douze glaces, quoique le soleil fût faible, et que la lumière en fût fort pâle. Il faut prendre garde à soi, lorsqu'on approche de l'endroit où sont les matières combustibles, et il ne faut pas regarder le miroir; car, si malheureusement les yeux se trouvaient au foyer, on serait aveuglé par l'éclat de la lumière.

Le 4 avril, à onze heures du matin, le soleil étant fort pâle et couvert de vapeurs et de nuages légers, on n'a pas laissé de produire, avec cent cinquante-quatre glaces, à cent cinquante pieds de distance, une chaleur si considérable, qu'elle a fait, en moins de deux minutes, fumer une planche goudronnée, qui se serait certainement enflammée, si le soleil n'avait pas disparu tout à coup.

Le lendemain, 5 avril, à trois heures après midi, par un soleil encore plus faible que le jour précédent, on a enflammé, à cent cinquante pieds de distance, des copeaux de sapin soufrés et mêlés de charbon, en moins d'une minute et demie, avec cent cinquante-quatre glaces. Lorsque le soleil est vif, il ne faut que quelques secondes pour produire l'inflammation.

Le 10 avril, après midi, par un soleil assez net, on a mis le feu à une planche de sapin goudronnée, à cent cinquante pieds, avec cent vingt-huit glaces seulement : l'inflammation a été très-subite, et elle s'est faite dans toute l'étendue du foyer, qui avait environ seize pouces de diamètre à cette distance.

Le même jour, à deux heures et demie, on a porté le feu sur une planche de hêtre goudronnée en partie et couverte en quelques endroits de laine hachée; l'inflammation s'est faite très-promptement; elle a commencé par les parties du bois qui étaient découvertes, et le feu était si violent qu'il a fallu tremper dans l'eau la planche pour l'éteindre : il y avait cent quarante-huit glaces, et la distance était de cent cinquante pieds.

Le 11 avril, le foyer n'étant qu'à vingt pieds de distance du miroir, il n'a fallu que douze glaces pour enflammer de petites matières combustibles. Avec vingt et une glaces, on a mis le feu à une planche de hêtre qui avait déjà été brûlée en partie. Avec quarante-cinq glaces, on a fondu un gros flacon d'étain qui pesait environ six livres; et avec cent dix-sept glaces, on a fondu des morceaux d'argent mince, et rougi une plaque de tôle : et je suis persuadé qu'à cinquante pieds on fondra les métaux aussi bien qu'à vingt, en employant toutes les glaces du miroir; et comme le foyer, à cette distance, est large de six à sept pouces, on pourra faire des épreuves en grand sur les métaux[1]; ce qu'il

[1] Par des expériences subséquentes, j'ai reconnu que la distance la plus avantageuse pour faire commodément, avec ces miroirs, des épreuves sur les métaux, était à quarante ou quarante-cinq pieds. Les assiettes d'argent, que j'ai fondues à cette distance avec deux cent vingt-quatre glaces, étaient bien nettes; en sorte qu'il n'était pas possible d'attribuer la fumée très-abondante qui en sortait, à la graisse, ou à d'autres ma-

n'était pas possible de faire avec les miroirs ordinaires, dont le foyer est ou très-faible ou cent fois plus petit que celui de mon miroir. J'ai remarqué que les métaux, et surtout l'argent, fument beaucoup avant de se foudre : la fumée en était si sensible, qu'elle faisait ombre sur le terrain, et c'est là que je l'observai attentivement : car il n'est pas possible de regarder un instant le foyer, lorsqu'il tombe sur du métal ; l'éclat en est beaucoup plus vif que celui du soleil.

Les expériences que j'ai rapportées ci-dessus, et qui ont été faites dans les premiers temps de l'invention de ces miroirs, ont été suivies d'un grand nombre d'autres expériences qui confirment les premières. J'ai enflammé du bois jusqu'à deux cents et même deux cent dix pieds avec ce même miroir, par le soleil d'été, toutes les fois que le ciel était pur ; et je crois pouvoir assurer qu'avec quatre semblables miroirs on brûlerait à quatre cents pieds, et peut-être plus loin. J'ai de même fondu tous les métaux et minéraux métalliques à vingt-cinq, trente et quarante pieds. On trouvera dans la suite de cet article les usages auxquels on peut appliquer ces miroirs, et les limites qu'on doit assigner à leur puissance pour la calcination, la combustion, la fusion, etc.

Il faut environ une demi-heure pour monter le miroir, et pour faire coïncider toutes les images au même point : mais lorsqu'il est une fois ajusté, on peut s'en servir à toute heure, en tirant seulement un rideau ; il mettra le feu aux matières combustibles très-promptement, et on ne doit pas le déranger, à moins qu'on ne veuille changer la distance : par exemple, lorsqu'il est arrangé pour brûler à cent pieds, il faut une demi-heure pour l'ajuster à la distance de cent cinquante pieds, et ainsi des autres.

tières dont l'argent se serait imbibé, et comme se le persuadaient les gens témoins de l'expérience. Je la répétai néanmoins sur des plaques d'argent toutes neuves, et j'eus le même effet. Le métal fumait très abondamment, quelquefois pendant plus de huit ou dix minutes avant de se fondre. J'avais dessein de recueillir cette fumée d'argent par le moyen d'un chapiteau et d'un ajustement semblable à celui dont on se sert dans les distillations, et j'ai toujours eu regret que mes autres occupations m'en aient empêché ; car cette manière de tirer l'eau du métal est peut-être la seule que l'on puisse employer. Et, si l'on prétend que cette fumée, qui m'a paru humide, ne contient pas de l'eau, il serait toujours très-utile de savoir ce que c'est ; car il se peut aussi que ce ne soit que du métal volatilisé. D'ailleurs, je suis persuadé qu'en faisant les mêmes épreuves sur l'or, on le verra fumer comme l'argent, peut-être moins, peut-être plus.

Ce miroir brûle en haut, en bas et horizontalement, suivant la différente inclinaison qu'on lui donne. Les expériences que je viens de rapporter ont été faites publiquement au Jardin du Roi, sur un terrain horizontal, contre des planches posées verticalement. Je crois qu'il n'est pas nécessaire d'avertir qu'il aurait brûlé avec plus de force en haut, et moins de force en bas ; et, de même, qu'il est plus avantageux d'incliner le plan des matières combustibles parallèlement au plan du miroir. Ce qui fait qu'il a cet avantage de brûler en haut, en bas et horizontalement, sur les miroirs ordinaires de réflexion qui ne brûlent qu'en haut, c'est que son foyer est fort éloigné, et qu'il a si peu de courbure, qu'elle est insensible à l'œil : il est large de sept pieds, et haut de huit pieds ; ce qui ne fait qu'environ la cent cinquantième partie de la circonférence de la sphère, lorsqu'on brûle à cent cinquante pieds.

La raison qui m'a déterminé à préférer des glaces de six pouces de largeur sur huit pouces de hauteur, à des glaces carrées de six ou huit pouces, c'est qu'il est beaucoup plus commode de faire les expériences sur un terrain horizontal et de niveau, que de les faire de bas en haut, et qu'avec cette figure plus haute que large, les images étaient plus rondes, au lieu qu'avec des glaces carrées elles auraient été raccourcies, surtout pour les petites distances, dans cette situation horizontale.

Cette découverte nous fournit plusieurs choses utiles pour la physique, et peut-être pour les arts. On sait que ce qui rend les miroirs ordinaires de réflexion presque inutiles pour les expériences, c'est qu'ils brûlent toujours en haut, et qu'on est fort embarrassé de trouver des moyens pour suspendre ou soutenir à leur foyer les matières qu'on veut fondre ou calciner. Au moyen de mon miroir, on fera brûler en bas les miroirs concaves, et avec un avantage si considérable, qu'on aura une chaleur de tel degré qu'on voudra : par exemple, en opposant à mon miroir un miroir concave d'un pied carré de surface, la chaleur que ce dernier miroir produira à son foyer, en employant cent cinquante-quatre glaces seulement, sera plus de douze fois plus grande que celle qu'il produit ordinairement, et l'effet sera le même que s'il existait douze soleils au lieu d'un, ou plutôt que si le soleil avait douze fois plus de chaleur.

Secondement, on aura par le moyen de mon

miroir la vraie échelle de l'augmentation de la chaleur, et on fera un thermomètre réel, dont les divisions n'auront plus rien d'arbitraire, depuis la température de l'air jusqu'à tel degré de chaleur qu'on voudra, en faisant tomber une à une successivement les images du soleil les unes sur les autres, et en graduant les intervalles, soit au moyen d'une liqueur expansive, soit au moyen d'une machine de dilatation ; et de là nous saurons en effet ce que c'est qu'une augmentation double, triple, quadruple, etc., de chaleur [1], et nous connaîtrons les matières dont l'expansion ou les autres effets seront les plus convenables pour mesurer les augmentations de chaleur.

Troisièmement, nous saurons au juste combien de fois il faut la chaleur du soleil pour brûler, fondre ou calciner différentes matières, ce qu'on ne savait estimer jusqu'ici que d'une manière vague et fort éloignée de la vérité ; et nous serons en état de faire des comparaisons précises de l'activité de nos feux avec celle du soleil, et d'avoir sur cela des rapports exacts, et des mesures fixes et invariables.

Enfin on sera convaincu, lorsqu'on aura examiné la théorie que j'ai donnée, et qu'on aura vu l'effet de mon miroir, que le moyen que j'ai employé était le seul par lequel il fût possible de réussir à brûler au loin : car, indépendamment de la difficulté physique de faire de grands miroirs concaves, sphériques, paraboliques, ou d'une autre courbure quelconque, assez régulière pour brûler à cent cinquante pieds, on se démontrera aisément à soi-même qu'ils ne produiraient qu'à peu près autant d'effet que le mien, parce que le foyer en serait presque aussi large ; que, de plus, ces miroirs courbes, quand même il serait possible de les exécuter, auraient le désavantage très-grand de ne brûler qu'à une seule distance, au lieu que le mien brûle à toutes les distances ; et par conséquent on abandonnera le projet de faire, par le moyen des courbes, des miroirs pour brûler au loin : ce qui a occupé inutilement un grand nombre de mathématiciens et d'artistes qui se trompaient toujours ; parce qu'ils considéraient les rayons du soleil comme parallèles, au lieu qu'il faut les considérer tels qu'ils sont, c'est-à-dire comme faisant des angles de toute grandeur, depuis zéro jusqu'à trente-deux minutes ; ce qui fait qu'il est impossible, quelque courbure qu'on donne à un miroir, de rendre le diamètre du foyer plus petit que la corde de l'arc qui mesure cet angle de trente-deux minutes. Ainsi, quand même on pourrait faire un miroir concave pour brûler à une grande distance, par exemple, à cent cinquante pieds, en le travaillant dans tous ses points sur une sphère de six cents pieds de diamètre, et en employant une masse énorme de verre ou de métal, il est clair qu'on aura à peu près autant d'avantage à n'employer au contraire que de petits miroirs plans.

Au reste, comme tout a des limites, quoique mon miroir soit susceptible d'une plus grande perfection, tant pour l'ajustement que pour plusieurs autres choses, et que je compte bien en faire un autre dont les effets seront supérieurs, cependant il ne faut pas espérer qu'on puisse jamais brûler à de très-grandes distances : car, pour brûler, par exemple, à une demi-lieue, il faudrait un miroir deux mille fois plus grand que le mien ; et tout ce qu'on pourra jamais faire est de brûler à huit ou neuf cents pieds, tout au plus. Le foyer, dont le mouvement correspond toujours à celui du soleil, marche d'autant plus vite qu'il est plus éloigné du miroir ; et à neuf cents pieds de distance, il ferait un chemin d'environ six pieds par minute.

Il n'est pas nécessaire d'avertir qu'on peut faire, avec de petits morceaux plats de glace ou de métal, des miroirs dont les foyers seront variables, et qui brûleront à de petites distances avec une grande vivacité ; et en les montant à peu près comme l'on monte les parasols, il ne faudrait qu'un seul mouvement pour en ajuster le foyer.

Maintenant que j'ai rendu compte de ma découverte et du succès de mes expériences, je dois rendre à Archimède et aux anciens la gloire qui leur est due. Il est certain qu'Archimède a pu faire avec des miroirs de métal ce que je fais avec des miroirs de verre ; il est sûr qu'il avait plus de lumières qu'il n'en faut pour imaginer la théorie qui m'a guidé et la mécanique que j'ai fait exécuter ; et que, par conséquent, on ne peut lui refuser le titre de premier inventeur de ces miroirs, que l'occasion où il sut les employer rendit sans doute plus célèbres que le mérite de la chose même.

[1] Feu M. de Mairan a fait une épreuve avec trois glaces seulement, et a trouvé que les augmentations du double et du triple de chaleur étaient comme les divisions du thermomètre de Réaumur ; mais on ne doit rien conclure de cette expérience qui n'a donné lieu à ce résultat que par une espèce de hasard. (Voyez sur ce sujet ce que j'ai dit dans mon *Traité des Éléments*.)

Pendant le temps que je travaillais à ces miroirs, j'ignorais le detail de tout ce qu'en ont dit les anciens ; mais, après avoir réussi à les faire, je fus bien aise de m'en instruire. Feu M. Melot, de l'Académie des Belles-Lettres, et l'un des gardes de la Bibliothèque du Roi, dont la grande érudition et les talents étaient connus de tous les savants, eut la bonté de me communiquer une excellente dissertation qu'il avait faite sur ce sujet, dans laquelle il rapporte les témoignages de tous les auteurs qui ont parlé des miroirs ardents d'Archimède. Ceux qui en parlent le plus clairement sont Zonaras et Tzetzès, qui vivaient tous deux dans le douzième siècle. Le premier dit qu'*Archimède*, avec ses miroirs ardents, mit en cendres toute la flotte des Romains. *Ce géomètre*, dit-il, *ayant reçu les rayons du soleil sur un miroir, à l'aide de ces rayons rassemblés et réfléchis par l'épaisseur et le poli du miroir, il embrasa l'air, et alluma une grande flamme qu'il lança tout entière sur les vaisseaux qui mouillaient dans la sphère de son activité, et qui furent tous réduits en cendres.* Le même Zonaras rapporte aussi qu'au siége de Constantinople, sous l'empire d'Anasthase, l'an 514 de Jésus-Christ, Proclus brûla, avec des miroirs d'airain, la flotte de Vitalien, qui assiégeait Constantinople ; et il ajoute que ces miroirs étaient une découverte ancienne, et que l'historien Dion en donne l'honneur à Archimède, qui la fit et s'en servit contre les Romains, lorsque Marcellus fit le siége de Syracuse.

Tzetzès non-seulement rapporte et assure le fait des miroirs, mais même il en explique en quelque façon la construction. *Lorsque les vaisseaux romains*, dit-il, *furent à la portée du trait, Archimède fit faire une espèce de miroir hexagone, et d'autres plus petits de vingt-quatre angles chacun, qu'il plaça dans une distance proportionnée, et qu'on pouvait mouvoir à l'aide de leurs charnières et de certaines lames de métal : il plaça le miroir hexagone de façon qu'il était coupé par le milieu par le méridien d'hiver et d'été, en sorte que les rayons du soleil reçus sur ce miroir, venant à se briser, allumèrent un grand feu qui réduisit en cendres les vaisseaux romains, quoiqu'ils fussent éloignés de la portée d'un trait.* Ce passage me paraît assez clair : il fixe la distance à laquelle Archimède a brûlé ; la portée du trait ne peut guère être que de cent cinquante ou deux cents pieds : il donne l'idée de la construction, et fait voir que le miroir d'Archimède pouvait être, comme le mien, composé de plusieurs petits miroirs qui se mouvaient par des mouvements de charnières et de ressorts ; et enfin, il indique la position du miroir, en disant que le miroir hexagone, autour duquel étaient sans doute les miroirs plus petits, était coupé par le méridien, ce qui veut dire apparemment que le miroir doit être opposé directement au soleil : d'ailleurs, le miroir hexagone était probablement celui dont l'image servait de mire pour ajuster les autres, et cette figure n'est pas tout à fait indifférente, non plus que celle des vingt-quatre angles ou vingt-quatre côtés des petits miroirs. Il est aisé de sentir qu'il y a en effet de l'avantage à donner à ces miroirs une figure polygone d'un grand nombre de côtés égaux, afin que la quantité de lumière soit moins inégalement répartie dans l'image réfléchie ; et elle sera répartie le moins inégalement qu'il est possible lorsque les miroirs seront circulaires. J'ai bien vu qu'il y avait de la perte à employer des miroirs quadrangulaires longs de six pouces sur huit pouces ; mais j'ai préféré cette forme, parce qu'elle est, comme je l'ai dit, plus avantageuse pour brûler horizontalement.

J'ai aussi trouvé dans la même dissertation de M. Melot, que le P. Kircher avait écrit qu'Archimède avait pu brûler à une grande distance avec des miroirs plans, et que l'expérience lui avait appris qu'en réunissant de cette façon les images du soleil, on produisait une chaleur considérable au point de réunion.

Enfin, dans les Mémoires de l'Académie, *année* 1726, M. du Fay, dont j'honorerai toujours la mémoire et les talents, paraît avoir touché à cette découverte : il dit qu'*ayant reçu l'image du soleil sur un miroir plan d'un pied en carré, et l'ayant portée jusqu'à six cents pieds sur un miroir concave de dix-sept pouces de diamètre, elle avait encore la force de brûler des matières combustibles au foyer de ce dernier miroir.* Et, à la fin de son Mémoire, il dit *que quelques auteurs*, il veut sans doute parler du P. Kircher, *ont proposé de former un miroir d'un très-long foyer par un grand nombre de petits miroirs plans, que plusieurs personnes tiendraient à la main, et dirigeraient de façon que les images du soleil formées par chacun de ces miroirs, concourraient en un même point, et que ce serait peut-être la façon de réussir la plus sûre et la moins difficile à exé-*

cuter. Un peu de réflexion sur l'expérience du miroir concave et sur ce projet aurait porté M. du Fay à la découverte du miroir d'Archimède, qu'il traite cependant de fable un peu plus haut ; car il me paraît qu'il était tout naturel de conclure de son expérience que, puisqu'un miroir concave de dix-sept pouces de diamètre sur lequel l'image du soleil ne tombait pas tout entière, à beaucoup près, peut cependant brûler par cette seule partie de l'image du soleil réfléchie à six cents pieds, dans un foyer que je suppose large de trois lignes ; onze cent cinquante-six miroirs plans, semblables au premier miroir réfléchissant, doivent à plus forte raison brûler directement à cette distance de six cents pieds ; et que par conséquent deux cent quatre-vingt-neuf miroirs plans auraient été plus que suffisants pour brûler à trois cents pieds, en réunissant les deux cent quatre-vingt-neuf images : mais, en fait de découverte, le dernier pas, quoique souvent le plus facile, est cependant celui qu'on fait le plus rarement.

Mon Mémoire, tel qu'on vient de le lire, a été imprimé dans le volume de l'Académie des Sciences, année 1747, sous le titre : *Invention des miroirs pour brûler à une grande distance*. Feu M. Bouguer, et quelques autres membres de cette savante compagnie, m'ayant fait plusieurs objections, tirées principalement de la doctrine de Descartes, dans son Traité de Dioptrique, je crus devoir y répondre par le Mémoire suivant, qui fut lu à l'Académie la même année, mais que je ne fis pas imprimer par ménagement pour mes adversaires en opinion. Cependant, comme il contient plusieurs choses utiles, et qu'il pourra servir de préservatif contre les erreurs contenues dans quelques livres d'optique, surtout dans celui de la Dioptrique de Descartes ; que d'ailleurs il sert d'explication et de suite au Mémoire précédent, j'ai jugé à propos de les joindre ici et de les publier ensemble.

ARTICLE SECOND.

RÉFLEXIONS SUR LE JUGEMENT DE DESCARTES AU SUJET DES MIROIRS D'ARCHIMÈDE, AVEC LE DÉVELOPPEMENT DE LA THÉORIE DE CES MIROIRS, ET L'EXPLICATION DE LEURS PRINCIPAUX USAGES.

La Dioptrique de Descartes, cet ouvrage qu'il a donné comme le premier et le principal essai de sa méthode de raisonner dans les sciences, doit être regardée comme un chef-d'œuvre pour son temps : mais les plus belles spéculations sont souvent démenties par l'expérience, et tous les jours les sublimes mathématiques sont obligées de se plier sous de nouveaux faits ; car, dans l'application qu'on en fait aux plus petites parties de la physique, on doit se défier de toutes les circonstances, et ne pas se confier assez aux choses qu'on croit savoir, pour prononcer affirmativement sur celles qui sont inconnues. Ce défaut n'est cependant que trop ordinaire, et j'ai cru que je ferais quelque chose d'utile pour ceux qui veulent s'occuper d'optique, que de leur exposer ce qui manquait à Descartes pour pouvoir donner une théorie de cette science, qui fût susceptible d'être réduite en pratique.

Son Traité de Dioptrique est divisé en dix discours. Dans le premier, notre philosophe parle de la lumière ; et, comme il ignorait son mouvement progressif, qui n'a été découvert que quelque temps après par Roëmer, il faut modifier tout ce qu'il dit à cet égard, et on ne doit adopter aucune des explications qu'il donne au sujet de la nature et de la propagation de la lumière, non plus que les comparaisons et les hypothèses qu'il emploie pour tâcher d'expliquer les causes et les effets de la vision. On sait actuellement que la lumière est environ sept minutes et demie à venir du soleil jusqu'à nous, que cette émission du corps lumineux se renouvelle à chaque instant, et que ce n'est pas par la pression continue et par l'action, ou plutôt l'ébranlement instantané d'une matière subtile, que ses effets s'opèrent : ainsi toutes les parties de ce Traité, où l'auteur emploie cette théorie, sont plus que suspectes, et les conséquences ne peuvent être qu'erronées.

Il en est de même de l'explication que Descartes donne de la réfraction ; non-seulement sa théorie est hypothétique pour la cause, mais la pratique est contraire dans tous les effets. Les mouvements d'une balle qui traverse de l'eau sont très-différents de ceux de la lumière qui traverse le même *milieu* ; et s'il eût comparé ce qui arrive en effet à une balle avec ce qui arrive à la lumière, il en aurait tiré des conséquences tout à fait opposées à celles qu'il a tirées.

Et, pour ne pas omettre une chose très-essentielle, et qui pourrait induire en erreur, il faut bien se garder, en lisant cet article, de croire, avec notre philosophe, que le mouvement rectiligne peut se changer naturellement en un mouvement circulaire : cette assertion est

fausse, et le contraire est démontré depuis que l'on connait les lois du mouvement.

Comme le second discours roule en grande partie sur cette théorie hypothétique de la réfraction, je me dispenserai de parler en détail des erreurs qui en sont les conséquences; un lecteur averti ne peut manquer de les remarquer.

Dans les troisième, quatrième et cinquième discours, il est question de la vision; et l'explication que Descartes donne, au sujet des images qui se forment au fond de l'œil, est assez juste : mais ce qu'il dit sur les couleurs ne peut pas se soutenir ni même s'entendre; car, comment concevoir qu'une certaine proportion entre le mouvement rectiligne et un prétendu mouvement circulaire puisse produire des couleurs? Cette partie a été, comme l'on sait, traitée à fond et d'une manière démonstrative par Newton; et l'expérience a fait voir l'insuffisance de tous les systèmes précédents.

Je ne dirai rien du sixième discours, où il tâche d'expliquer comment se font nos sensations: quelque ingénieuses que soient ses hypothèses, il est aisé de sentir qu'elles sont gratuites; et, comme il n'y a presque rien de mathématique dans cette partie, il est inutile de nous y arrêter.

Dans le septième et le huitième discours, Descartes donne une belle théorie géométrique sur les formes que doivent avoir les verres pour produire les effets qui peuvent servir à la perfection de la vision; et, après avoir examiné ce qui arrive aux rayons qui traversent ces verres de différentes formes, il conclut que les verres elliptiques et hyperboliques sont les meilleurs de tous pour rassembler les rayons; et il finit par donner, dans le neuvième discours, la manière de construire les lunettes de longue vue, et dans le dixième et dernier discours, celle de tailler les verres.

Cette partie de l'ouvrage de Descartes, qui est proprement la seule partie mathématique de son Traité, est plus fondée et beaucoup mieux raisonnée que les précédentes : cependant, on n'a point appliqué sa théorie à la pratique; on n'a pas taillé des verres elliptiques ou hyperboliques, et l'on a oublié ces fameuses ovales qui font le principal objet du second livre de sa Géométrie : la différente réfrangibilité des rayons, qui était inconnue à Descartes, n'a pas été découverte, que cette théorie géométrique a été abandonnée. Il est en effet démontré qu'il n'y a pas autant à gagner par le choix de ces formes, qu'il y a à perdre par la différente réfrangibilité des rayons, puisque, selon leur différent degré de réfrangibilité, ils se rassemblent plus ou moins près; mais, comme l'on est parvenu à faire des lunettes achromatiques, dans lesquelles on compense la différente réfrangibilité des rayons par des verres de différente densité, il serait très-utile aujourd'hui de tailler des verres hyperboliques ou elliptiques, si l'on veut donner aux lunettes achromatiques toute la perfection dont elles sont susceptibles.

Après ce que je viens d'exposer, il me semble que l'on ne devrait pas être surpris que Descartes eût mal prononcé au sujet des miroirs d'Archimède, puisqu'il ignorait un si grand nombre de choses qu'on a découvertes depuis : mais, comme c'est ici le point particulier que je veux examiner, il faut rapporter ce qu'il en a dit, afin qu'on soit plus en état d'en juger.

« Vous pouvez aussi remarquer, par occasion, que les rayons du soleil ramassés par « le verre elliptique, doivent brûler avec plus « de force qu'étant rassemblés par l'hyperbole « lique : car il ne faut pas seulement prendre « garde aux rayons qui viennent du centre du « soleil, mais aussi à tous les autres, qui, venant des autres points de la superficie, n'ont « pas sensiblement moins de force que ceux du « centre; en sorte que la violence de la chaleur « qu'ils peuvent causer se doit mesurer par la « grandeur du corps qui les assemble, comparée avec celle de l'espace où il les assemble... « sans que la grandeur du diamètre de ce corps « y puisse rien ajouter, ni sa figure particulière, qu'environ un quart ou un tiers tout au « plus. Il est certain que cette ligne brûlante à « l'infini, que quelques-uns ont imaginée, n'est « qu'une rêverie. »

Jusqu'ici il n'est question que de verres brûlants par réfraction : mais ce raisonnement doit s'appliquer de même aux miroirs par réflexion; et avant que de faire voir que l'auteur n'a pas tiré de cette théorie les conséquences qu'il devait en tirer, il est bon de lui répondre d'abord par l'expérience. Cette ligne brûlante à l'infini, qu'il regarde comme une rêverie, pourrait s'exécuter par des miroirs de réflexion semblables au mien, non pas à une distance infinie, parce que l'homme ne peut rien faire d'infini, mais à une distance indéfinie assez considérable. Car supposons que mon miroir, au lieu d'être composé de deux cent vingt-quatre petites glaces, fût

composé de deux mille, ce qui est possible, il n'en faut que vingt pour brûler à vingt pieds; et le foyer étant comme une colonne de lumière, ces vingt glaces brûlent en même temps à dix-sept et à vingt-trois pieds : avec vingt-cinq autres glaces, je ferai un foyer qui brûlera depuis vingt-trois jusqu'à trente; avec vingt-neuf glaces, un foyer qui brûlera depuis trente jusqu'à quarante; avec trente-quatre glaces, un foyer qui brûlera depuis quarante jusqu'à cinquante-deux; avec quarante glaces, depuis cinquante-deux jusqu'à soixante-quatre; avec cinquante glaces, depuis soixante-quatre jusqu'à soixante-seize; avec soixante glaces, depuis soixante-seize jusqu'à quatre-vingt-huit; avec soixante-dix glaces, depuis quatre-vingt-huit jusqu'à cent pieds. Voilà donc déjà une ligne brûlante, depuis dix-sept jusqu'à cent pieds, où je n'aurai employé que trois cent vingt-huit glaces; et, pour la continuer, il n'y a qu'à faire d'abord un foyer de quatre-vingts glaces, il brûlera depuis cent pieds jusqu'à cent seize; et quatre-vingt-douze glaces, depuis cent seize jusqu'à cent trente-quatre pieds; et cent huit glaces, depuis cent trente-quatre jusqu'à cent cinquante; et cent vingt-quatre glaces, depuis cent cinquante jusqu'à cent soixante-dix; et cent cinquante-quatre glaces, depuis cent soixante-dix jusqu'à deux cents pieds. Ainsi, voilà ma ligne brûlante prolongée de cent pieds, en sorte que, depuis dix-sept pieds jusqu'à deux cents pieds, en quelque endroit de cette distance qu'on puisse mettre un corps combustible, il sera brûlé; et, pour cela, il ne faut en tout que huit cent quatre-vingt-six glaces de six pouces; et en employant le reste des deux mille glaces, je prolongerai de même la ligne brûlante jusqu'à trois et quatre cents pieds; et, avec un plus grand nombre de glaces, par exemple, avec quatre mille, je la prolongerai beaucoup plus loin, à une distance indéfinie. Or, tout ce qui dans la pratique est indéfini peut être regardé comme infini dans la théorie : donc, notre célèbre philosophe a eu tort de dire que cette ligne brûlante à l'infini n'était qu'une rêverie.

Maintenant, venons à la théorie. Rien n'est plus vrai que ce que dit ici Descartes au sujet de la réunion des rayons du soleil, qui ne se fait pas dans un point, mais dans un espace ou foyer dont le diamètre augmente à proportion de la distance. Mais ce grand philosophe n'a pas senti l'étendue de ce principe, qu'il ne donne que comme une remarque; car, s'il y eût fait attention, il n'aurait pas considéré, dans tout le reste de son ouvrage, les rayons du soleil comme parallèles; il n'aurait pas établi comme le fondement de la théorie de sa construction des lunettes, la réunion des rayons dans un point, et il se serait bien gardé de dire affirmativement (*page* 131) : *Nous pourrons, par cette invention, voir des objets aussi particuliers et aussi petits dans les astres, que ceux que nous voyons communément sur la terre*. Cette assertion ne pouvait être vraie qu'en supposant le parallélisme des rayons, et leur réunion en un seul point; et par conséquent elle est opposée à sa propre théorie, ou plutôt, il n'a pas employé la théorie comme il le fallait : et en effet, s'il n'eût pas perdu de vue cette remarque, il eût supprimé les deux derniers livres de sa Dioptrique; car il aurait vu que, quand même les ouvriers eussent pu tailler les verres comme il l'exigeait, ces verres n'auraient pas produit les effets qu'il leur a supposés, de nous faire distinguer les plus petits objets dans les astres, à moins qu'il n'eût en même temps supposé dans ces objets une intensité de lumière infinie, ou, ce qui revient au même, qu'ils eussent, malgré leur éloignement, pu former un angle sensible à nos yeux.

Comme ce point d'optique n'a jamais été bien éclairci, j'entrerai dans quelque détail à cet égard. On peut démontrer que deux objets également lumineux, et dont les diamètres sont différents, ou bien que deux objets dont les diamètres sont égaux, et dont l'intensité de lumière est différente, doivent être observés avec des lunettes différentes : que, pour observer avec le plus grand avantage possible, il faudrait des lunettes différentes pour chaque planète; que par exemple, Vénus, qui nous paraît bien plus petite que la lune, et dont je suppose pour un instant la lumière égale à celle de la lune, doit être observée avec une lunette d'un plus long foyer que la lune; et que la perfection des lunettes, pour en tirer le plus grand avantage possible, dépend d'une combinaison qu'il faut faire non-seulement entre les diamètres et les courbures des verres, comme Descartes l'a fait, mais encore entre ces mêmes diamètres et l'intensité de la lumière de l'objet qu'on observe. Cette intensité de la lumière de chaque objet est un élément que les auteurs qui ont écrit sur l'optique n'ont jamais employé; et cependant il

fait plus que l'augmentatiou de l'angle sous lequel un objet doit nous paraître, en vertu de la courbure des verres. Il en est de même d'une chose qui semble être un paradoxe, c'est que les miroirs ardents, soit par réflexion, soit par réfraction, feraient un effet toujours égal à quelque distance qu'on les mît du soleil. Par exemple, mon miroir, brûlant à cent cinquante pieds du bois sur la terre, brûlerait de même à cent cinquante et avec autant de force du bois dans Saturne, où cependant la chaleur du soleil est environ cent fois moindre que sur la terre. Je crois que les bons esprits sentiront bien, sans autre démonstration, la vérité de ces deux propositions, quoique toutes deux nouvelles et singulières.

Mais, pour ne pas m'écarter du sujet que je me suis proposé, et pour démontrer que Descartes n'ayant pas la théorie qui est nécessaire pour construire les miroirs d'Archimède, il n'était pas en état de prononcer qu'ils étaient impossibles, je vais faire sentir, autant que je le pourrai, en quoi consistait la difficulté de cette invention.

Si le soleil, au lieu d'occuper à nos yeux un espace de trente-deux minutes de degré, était réduit en un point, alors il est certain que ce point de lumière réfléchie par un point d'une surface polie, produirait à toutes les distances une lumière et une chaleur égales, parce que l'interposition de l'air ne fait rien ou presque rien ici; que par conséquent un miroir dont la surface serait égale à celle d'un autre brûlerait à dix lieues à peu près aussi bien que le premier brûlerait à dix pieds, s'il était possible de le travailler sur une sphère de quarante lieues, comme on peut travailler l'autre sur une sphère de quarante pieds; parce que, chaque point de la surface du miroir réfléchissant le point lumineux auquel nous avons réduit le disque du soleil, on aurait, en variant la courbure des miroirs, une égale chaleur ou une égale lumière à toutes les distances sans changer leurs diamètres. Ainsi, pour brûler à une grande distance, dans ce cas, il faudrait, en effet, un miroir très-exactement travaillé sur une sphère, ou une hyperboloïde proportionnée à la distance, ou bien un miroir brisé en une infinité de points physiques plans, qu'il faudrait faire coïncider au même point : mais, le disque du soleil occupant un espace de trente-deux minutes de degré, il est clair que le même miroir sphérique ou hyperbolique ou d'une autre figure quelconque, ne peut jamais, en vertu de cette figure, réduire l'image du soleil en un espace plus petit que de trente-deux minutes; que dès lors l'image augmentera toujours à mesure qu'on s'éloignera; que de plus chaque point de la surface nous donnera une image d'une même largeur, par exemple, d'un demi-pied à soixante pieds. Or, comme il est nécessaire, pour produire tout l'effet possible, que toutes ces images coïncident dans cet espace d'un demi-pied, alors, au lieu de briser le miroir en une infinité de parties, il est évident qu'il est à peu près égal et beaucoup plus commode de ne le briser qu'en un petit nombre de parties planes d'un demi-pied de diamètre chacune, parce que chaque petit miroir plan d'un demi-pied donnera une image d'environ un demi-pied qui sera à peu près aussi lumineuse qu'une pareille surface d'un demi-pied prise dans le miroir sphérique ou hyperbolique.

La théorie de mon miroir ne consiste donc pas, comme on l'a dit ici, à avoir trouvé l'art d'insérer aisément des plans dans une surface sphérique, et le moyen de changer à volonté la courbure de cette surface sphérique; mais elle suppose cette remarque plus délicate et qui n'avait jamais été faite, c'est qu'il y a presque autant d'avantage à se servir des miroirs plans que de miroirs de toute autre figure, dès qu'on veut brûler à une certaine distance, et que la grandeur du miroir plan est déterminée par la grandeur de l'image à cette distance, en sorte qu'à la distance de soixante pieds, où l'image du soleil a environ un demi-pied de diamètre, on brûlera à peu près aussi bien avec des miroirs plans d'un demi-pied qu'avec des miroirs hyperboliques les mieux travaillés, pourvu qu'ils n'aient que la même grandeur. De même, avec des miroirs plans d'un pouce et demi, on brûlera à quinze pieds à peu près avec autant de force qu'avec un miroir exactement travaillé dans toutes ses parties; et, pour le dire en un mot, un miroir à facettes plates produira à peu près autant d'effet qu'un miroir travaillé avec la dernière exactitude dans toutes ses parties, pourvu que la grandeur de chaque facette soit égale à la grandeur de l'image du soleil; et c'est par cette raison qu'il y a une certaine proportion entre la grandeur des miroirs plans et les distances, et que, pour brûler plus loin, on peut employer, même avec avantage, de plus gran-

des glaces dans mon miroir, que pour brûler plus près.

Car, si cela n'était pas, on sent bien qu'en réduisant, par exemple, mes glaces de six pouces à trois pouces, et employant quatre fois autant de ces glaces que des premières, ce qui revient au même pour l'étendue de la surface du miroir, j'aurais eu quatre fois plus d'effet, et que plus les glaces seraient petites, et plus le miroir produirait d'effet; et c'est à ceci que se serait réduit l'art de quelqu'un qui aurait seulement tenté d'inscrire une surface polygone dans une sphère, et qui aurait imaginé l'ajustement dont je me suis servi pour faire changer à volonté la courbure de cette surface. Il aurait fait les glaces les plus petites qu'il aurait été possible; mais le fond et la théorie de la chose est d'avoir reconnu qu'il n'était pas seulement question d'inscrire une surface polygone dans une sphère avec exactitude, et d'en faire varier la courbure à volonté, mais encore que chaque partie de cette surface devait avoir une certaine grandeur déterminée pour produire aisément un grand effet; ce qui fait un problème fort différent, et dont la solution m'a fait voir qu'au lieu de travailler ou de briser un miroir dans toutes ses parties pour faire coïncider les images au même endroit, il suffisait de le briser, ou de le travailler à facettes planes, en grandes portions égales à la grandeur de l'image, et qu'il y avait peu à gagner en le brisant en de trop petites parties, ou, ce qui est la même chose, en le travaillant exactement dans tous ses points. C'est pour cela que j'ai dit dans mon Mémoire que, pour brûler à de grandes distances, il fallait imaginer quelque chose de nouveau et tout à fait indépendant de ce qu'on avait pensé et pratiqué jusqu'ici; et ayant supputé géométriquement la différence, j'ai trouvé qu'un miroir parfait, de quelque courbure qu'il puisse être, n'aura jamais plus d'avantage sur le mien que de dix-sept à dix, et qu'en même temps l'exécution en serait impossible pour ne brûler même qu'à une petite distance, comme de vingt-cinq ou trente pieds. Mais revenons aux assertions de Descartes.

Il dit ensuite « qu'ayant deux verres ou miroirs ardents, dont l'un soit beaucoup plus grand que l'autre, de quelque façon qu'ils puissent être, pourvu que leurs figures soient toutes pareilles, le plus grand doit ramasser les rayons du soleil en un plus grand espace et plus loin de soi que le plus petit; mais que ces rayons ne doivent point avoir plus de force en chaque partie de cet espace qu'en celui où le plus petit les ramasse; en sorte qu'on peut faire des verres ou miroirs extrêmement petits, qui brûleront avec autant de violence que les plus grands. »

Ceci est absolument contraire aux expériences que j'ai rapportées dans mon Mémoire, où j'ai fait voir qu'à égale intensité de lumière un grand foyer brûle beaucoup plus qu'un petit : et c'est en partie sur cette remarque, tout opposée au sentiment de Descartes, que j'ai fondé la théorie de mes miroirs; car voici ce qui suit de l'opinion de ce philosophe. Prenons un grand miroir ardent, comme celui du sieur Segard, qui a trente-deux pouces de diamètre, et un foyer de neuf lignes de largeur à six pieds de distance, auquel foyer le cuivre se fond en une minute; et faisons dans les mêmes proportions un petit miroir ardent de trente-deux lignes de diamètre, dont le foyer sera de $\frac{9}{12}$ ou de $\frac{3}{4}$ de ligne de diamètre, et la distance de six pouces. Puisque le grand miroir fond le cuivre en une minute dans l'étendue de son foyer, qui est de neuf lignes, le petit doit, selon Descartes, fondre dans le même temps la même matière dans l'étendue de son foyer, qui est de $\frac{3}{4}$ de ligne : or, j'en appelle à l'expérience, et on verra que, bien loin de fondre le cuivre, à peine ce petit verre brûlant pourra-t-il lui donner un peu de chaleur.

Comme ceci est une remarque physique, et qui n'a pas peu servi à augmenter mes espérances, lorsque je doutais encore si je pourrais produire du feu à une grande distance, je crois devoir communiquer ce que j'ai pensé à ce sujet

La première chose à laquelle je fis attention, c'est que la chaleur se communique de proche en proche et se disperse, quand même elle est appliquée continuellement sur le même point : par exemple, si on fait tomber le foyer d'un verre ardent sur le centre d'un écu, et que ce foyer n'ait qu'une ligne de diamètre, la chaleur qu'il produit sur le centre de l'écu se disperse et s'étend dans le volume entier de l'écu, et il devient chaud jusqu'à la circonférence; dès lors toute la chaleur, quoique employée d'abord contre le centre de l'écu, ne s'y arrête pas, et ne peut pas produire un aussi grand effet que si elle y demeurait tout entière. Mais si au lieu

d'un foyer d'une ligne, qui tombe sur le milieu de l'écu, je fais tomber sur l'écu tout entier un foyer d'égale force au premier, toutes les parties de l'écu étant également échauffées dans ce dernier cas, il n'y a pas de perte de chaleur comme dans le premier; et le point du milieu profitant de la chaleur des autres points autant que ces points profitent de la sienne, l'écu sera fondu par la chaleur dans ce dernier cas, tandis que dans le premier il n'aura été que légèrement échauffé. De là je conclus que, toutes les fois qu'on peut faire un grand foyer, on est sûr de produire de plus grands effets qu'avec un petit foyer, quoique l'intensité de lumière soit la même dans tous deux, et qu'un petit miroir ardent ne peut jamais faire autant d'effet qu'un grand; et même qu'avec une moindre intensité de lumière, un grand miroir doit faire plus d'effet qu'un petit, la figure de ces deux miroirs étant toujours supposée semblable. Ceci, qui, comme l'on voit, est directement opposé à ce que dit Descartes, s'est trouvé confirmé par les expériences rapportées dans mon Mémoire. Mais je ne me suis pas borné à savoir d'une manière générale que les grands foyers agissaient avec plus de force que les petits : j'ai déterminé à très-peu près de combien est cette augmentation de force, et j'ai vu qu'elle était très-considérable; car j'ai trouvé que, s'il faut dans un miroir cent quarante-quatre fois la surface d'un foyer de six lignes de diamètre pour brûler, il faut au moins le double, c'est-à-dire deux cent quatre-vingt huit fois cette surface pour brûler à un foyer de deux lignes; et qu'à un foyer de six pouces il ne faut pas trente fois cette même surface du foyer pour brûler; ce qui fait, comme l'on voit, une prodigieuse différence, et sur laquelle j'ai compté lorsque j'ai entrepris de faire mon miroir; sans cela il y aurait eu de la témérité à l'entreprendre, et il n'aurait pas réussi. Car, supposons un instant que je n'eusse pas eu cette connaissance de l'avantage des grands foyers sur les petits, voici comme j'aurais été obligé de raisonner : Puisqu'il faut à un miroir deux cent quatre-vingt-huit fois la surface du foyer pour brûler dans un espace de deux lignes, il faudra de même deux cent quatre-vingt-huit glaces ou miroirs de six pouces pour brûler dans un espace de six pouces; et dès lors, pour brûler seulement à cent pieds, il aurait fallu un miroir composé d'environ onze cent cinquante-deux glaces de six pouces, ce qui était une grandeur énorme pour un petit effet, et cela était plus que suffisant pour me faire abandonner mon projet : mais connaissant l'avantage considérable des grands foyers sur les petits, qui, dans ce cas, est de deux cent quatre-vingt-huit à trente, je sentis qu'avec cent vingt glaces de six pouces je brûlerais très-certainement à cent pieds; et c'est sur cela que j'entrepris avec confiance la construction de mon miroir, qui, comme l'on voit, suppose une théorie, tant mathématique que physique, fort différente de ce qu'on pouvait imaginer au premier coup d'œil.

Descartes ne devait donc pas affirmer qu'un petit miroir ardent brûlait aussi violemment qu'un grand.

Il dit ensuite : « Et un miroir ardent dont le « diamètre n'est pas plus grand qu'environ la « centième partie de la distance qui est entre « lui et le lieu où il doit rassembler les rayons « du soleil, c'est-à-dire qui a même proportion « avec cette distance qu'a le diamètre du soleil « avec celle qui est entre lui et nous, fût-il poli « par un ange, ne peut faire que les rayons qu'il « assemble échauffent plus en l'endroit où il les « assemble, que ceux qui viennent directement « du soleil; ce qui se doit aussi entendre des « verres brûlants à proportion : d'où vous pou- « vez voir que ceux qui ne sont qu'à demi sa- « vants en l'optique se laissent persuader beau- « coup de choses qui sont impossibles, et que « ces miroirs, dont on a dit qu'Archimède brû- « lait des navires de fort loin, devaient être ex- « trêmement grands, ou plutôt qu'ils sont fa- « buleux. »

C'est ici que je bornerai mes réflexions. Si notre illustre philosophe eût su que les grands foyers brûlent plus que les petits à égale intensité de lumière, il aurait jugé bien différemment, et il aurait mis une forte restriction à cette conclusion.

Mais, indépendamment de cette connaissance qui lui manquait, son raisonnement n'est point du tout exact; car un miroir ardent, dont le diamètre n'est pas plus grand qu'environ la centième partie qui est entre lui et le lieu où il doit rassembler les rayons, n'est plus un miroir ardent, puisque le diamètre de l'image est environ égal au diamètre du miroir dans ce cas, et par conséquent il ne peut rassembler les rayons, comme le dit Descartes, qui semble n'avoir pas vu qu'on doit réduire ce cas à celui des miroirs

plans. Mais de plus, en n'employant que ce qu'il savait et ce qu'il avait prévu, il est visible que s'il eût réfléchi sur l'effet de ce prétendu miroir, qu'il suppose poli par un ange, et qui ne doit pas rassembler, mais seulement réfléchir la lumière avec autant de force qu'elle en a en venant directement du soleil, il aurait vu qu'il était possible de brûler à de grandes distances avec un miroir de médiocre grandeur, s'il eût pu lui donner la figure convenable; car il aurait trouvé que, dans cette hypothèse, un miroir de cinq pieds aurait brûlé à plus de deux cents pieds, parce qu'il ne faut pas six fois la chaleur du soleil pour brûler à cette distance; et de même qu'un miroir de sept pieds aurait brûlé à près de quatre cents pieds, ce qui ne fait pas des miroirs assez grands pour qu'on puisse les traiter de fabuleux.

Il me reste à observer que Descartes ignorait combien il fallait de fois la lumière du soleil pour brûler; qu'il ne dit pas un mot des miroirs plans; qu'il était fort éloigné de soupçonner la mécanique par laquelle on pouvait les disposer pour brûler au loin, et que par conséquent il a prononcé sans avoir assez de connaissance sur cette matière, et même sans avoir fait assez de réflexions sur ce qu'il en savait.

Au reste, je ne suis pas le premier qui aie fait quelques reproches à Descartes sur ce sujet, quoique j'en aie acquis le droit plus qu'un autre; car, pour ne pas sortir du sein de cette compagnie [1], je trouve que M. du Fay en a presque dit autant que moi. Voici ses paroles : *Il ne s'agit pas*, dit-il, *si un tel miroir qui brulerait à six cents pieds est possible ou non, mais si, physiquement parlant, cela peut arriver. Cette opinion a été extrêmement contredite, et je dois mettre Descartes à la tête de ceux qui l'ont combattue.* Mais, quoique M. du Fay regardât la chose comme impossible à exécuter, il n'a pas laissé de sentir que Descartes avait eu tort d'en nier la possibilité dans la théorie. J'avouerai volontiers que Descartes a entrevu ce qui arrive aux images réfléchies ou réfractées à différentes distances, et qu'à cet égard sa théorie est peut-être aussi bonne que celle de M. du Fay, que ce dernier n'a pas développée; mais les inductions qu'il en tire sont trop générales et trop vagues, et les dernières conséquences sont fausses; car, si Descartes eût bien compris toute cette matière, au lieu de traiter le miroir d'Archimède de chose impossible et fabuleuse, voici ce qu'il aurait dû conclure de sa propre théorie : Puisqu'un miroir ardent, dont le diamètre n'est pas plus grand que la centième partie de la distance qui est entre le lieu où il doit rassembler les rayons du soleil, fût-il poli par un ange, ne peut faire que les rayons qu'il assemble échauffent plus en l'endroit où il les assemble que ceux qui viennent directement du soleil, ce miroir ardent doit être considéré comme un miroir plan parfaitement poli; et par conséquent, pour brûler à une grande distance, il faut autant de ces miroirs plans qu'il faut de fois la lumière directe du soleil pour brûler; en sorte que les miroirs dont on dit qu'Archimède s'est servi pour brûler des vaisseaux de loin devaient être composés de miroirs plans, dont il fallait au moins un nombre égal au nombre de fois qu'il faut la lumière directe du soleil pour brûler. Cette conclusion, qui eût été la vraie selon ses principes, est, comme l'on voit, fort différente de celle qu'il a donnée.

On est maintenant en état de juger si je n'ai pas traité le célèbre Descartes avec tous les égards que mérite son grand nom, lorsque j'ai dit dans mon Mémoire : *Descartes, né pour juger et même pour surpasser Archimède, a prononcé contre lui d'un ton de maître : il a nié la possibilité de l'invention; et son opinion a prévalu sur les témoignages et la croyance de toute l'antiquité.*

Ce que je viens d'exposer suffit pour justifier ces termes que l'on m'a reprochés; et peut-être même sont-ils trop forts, car Archimède était un très-grand génie; et lorsque j'ai dit que Descartes était né pour le juger, et même pour le surpasser, j'ai senti qu'il pouvait bien y avoir un peu de compliment national dans mon expression.

J'aurais encore beaucoup de choses à dire sur cette matière; mais comme ceci est déjà bien long, quoique j'aie fait tous mes efforts pour être court, je me bornerai pour le fond du sujet à ce que je viens d'exposer; mais je ne puis me dispenser de parler encore un moment au sujet de l'historique de la chose, afin de satisfaire, par ce seul Mémoire, à toutes les objections et difficultés qu'on m'a faites.

Je ne prétends pas prononcer affirmativement qu'Archimède se soit servi de pareils miroirs au siége de Syracuse, ni même que ce soit lui qui

[1] L'Académie royale des Sciences.

les ait inventés; et je ne les ai appelés *les miroirs d'Archimède* que parce qu'ils étaient connus sous ce nom depuis plusieurs siècles. Les auteurs contemporains et ceux des temps qui suivent celui d'Archimède, et qui sont parvenus jusqu'à nous, ne font pas mention de ces miroirs. Tite-Live, à qui le merveilleux fait tant de plaisir à raconter, n'en parle pas; Polybe, à l'exactitude de qui les grandes inventions n'auraient pas échappé, puisqu'il entre dans le détail des plus petites, et qu'il décrit très-soigneusement les plus légères circonstances du siége de Syracuse, garde un silence profond au sujet de ces miroirs. Plutarque, ce judicieux et grave auteur, qui a rassemblé un si grand nombre de faits particuliers de la vie d'Archimède, parle aussi peu des miroirs que les deux précédents. En voilà plus qu'il n'en faut pour se croire fondé à douter de la vérité de cette histoire : cependant ce ne sont ici que des témoignages négatifs; et quoiqu'ils ne soient pas indifférents, ils ne peuvent jamais donner une probabilité équivalente à celle d'un seul témoignage positif.

Galien, qui vivait dans le second siècle, est le premier qui en ait parlé; et, après avoir raconté l'histoire d'un homme qui enflamma de loin un monceau de bois résineux, mêlé avec de la fiente de pigeon, il dit que c'est de cette façon qu'Archimède brûla les vaisseaux des Romains; mais comme il ne décrit pas ce moyen de brûler de loin, et que son expression peut signifier aussi bien un feu qu'on aurait lancé à la main, ou par quelque machine, qu'une lumière réfléchie par un miroir, son témoignage n'est pas assez clair pour qu'on puisse en rien conclure d'affirmatif. Cependant on doit présumer, et même avec une grande probabilité, qu'il ne rapporte l'histoire de cet homme qui brûla au loin, que parce qu'il le fit d'une manière singulière, et que, s'il n'eût brûlé qu'en lançant le feu à la main, ou en le jetant par le moyen d'une machine, il n'y aurait eu rien d'extraordinaire dans cette façon d'enflammer, rien par conséquent qui fût digne de remarque, et qui méritât d'être rapporté et comparé à ce qu'avait fait Archimède, et dès lors Galien n'en eût pas fait mention.

On a aussi des témoignages semblables de deux ou trois autres auteurs du troisième siècle, qui disent seulement qu'Archimède brûla de loin les vaisseaux des Romains, sans expliquer les moyens dont il se servit; mais les témoignages des auteurs du douzième siècle ne sont point équivoques; et surtout ceux de Zonaras et de Tzetzès que j'ai cités; c'est-à-dire ils nous font voir clairement que cette invention était connue des anciens; car la description qu'en fait ce dernier auteur, suppose nécessairement, ou qu'il eût trouvé lui-même le moyen de construire ces miroirs, ou qu'il l'eût appris et cité d'après quelque auteur qui en avait fait une très-exacte description, et que l'inventeur, quel qu'il fût, entendait à fond la théorie de ces miroirs; ce qui résulte de ce que dit Tzetzès de la figure de vingt-quatre angles ou vingt-quatre côtés qu'avaient les petits miroirs, ce qui est en effet la figure la plus avantageuse. Ainsi, on ne peut pas douter que ces miroirs n'aient été inventés et exécutés autrefois, et le témoignage de Zonaras, au sujet de Proclus, n'est pas suspect; *Proclus s'en servit*, dit-il, *au siége de Constantinople, l'an 514, et il brûla la flotte de Vitalien*. Et même ce que Zonaras ajoute me paraît une espèce de preuve qu'Archimède était le premier inventeur de ces miroirs; car il dit précisément que cette découverte était ancienne, et que l'historien Dion en attribue l'honneur à Archimède, qui la fit et s'en servit contre les Romains au siége de Syracuse. Les livres de Dion, où il est parlé du siége de Syracuse, ne sont pas parvenus jusqu'à nous; mais il y a grande apparence qu'ils existaient encore du temps de Zonaras, et que, sans cela, il ne les eût pas cités comme il l'a fait. Ainsi, toutes les probabilités de part et d'autre étant évaluées, il reste une forte présomption qu'Archimède avait en effet inventé ces miroirs, et qu'il s'en était servi contre les Romains. Feu M. Melot, que j'ai cité dans mon Mémoire, et qui avait fait des recherches particulières et très-exactes sur ce sujet, était de ce sentiment; et il pensait qu'Archimède avait en effet brûlé les vaisseaux à une distance médiocre, et comme le dit Tzetzès, à la portée du trait. J'ai évalué la portée du trait à cent cinquante pieds, d'après ce que m'en ont dit des savants très-versés dans la connaissance des usages anciens : ils m'ont assuré que toutes les fois qu'il est question, dans les auteurs, de la portée du trait, on doit entendre la distance à laquelle un homme lançait à la main un trait ou un javelot; et si cela est, je crois avoir donné à cette distance toute l'étendue qu'elle peut comporter.

J'ajouterai qu'il n'est question, dans aucun auteur ancien, d'une plus grande distance,

comme de trois stades ; et j'ai déjà dit que l'auteur qu'on m'avait cité, Diodore de Sicile, n'en parle pas, non plus que du siége de Syracuse, et que ce qui nous reste de cet auteur finit à la guerre d'Ipsus et d'Antigonus, environ soixante ans avant le siége de Syracuse. Ainsi on ne peut pas excuser Descartes, en supposant qu'il a cru que la distance à laquelle on a prétendu qu'Archimède avait brûlé était très-grande, comme, par exemple, de trois stades, puisque cela n'est dit dans aucun auteur ancien, et qu'au contraire il est dit, dans Tzetzès, que cette distance n'était que de la portée du trait; mais je suis convaincu que c'est cette même distance que Descartes a regardée comme fort grande, et qu'il était persuadé qu'il n'était pas possible de faire des miroirs pour brûler à cent cinquante pieds; qu'enfin c'est pour cette raison qu'il a traité ceux d'Archimède de fabuleux.

Au reste, les effets du miroir que j'ai construit ne doivent être regardés que comme des essais sur lesquels, à la vérité, on peut statuer, toutes proportions gardées, mais qu'on ne doit pas considérer comme les plus grands effets possibles ; car je suis convaincu que si on voulait faire un miroir semblable, avec toutes les attentions nécessaires, il produirait plus du double de l'effet. La première attention serait de prendre des glaces de figure hexagone, ou même de vingt-quatre côtés, au lieu de les prendre barlongues, comme celles que j'ai employées, et cela, afin d'avoir des figures qui pussent s'ajuster ensemble, sans laisser de grands intervalles, et qui approchassent en même temps de la figure circulaire. La seconde serait de faire polir ces glaces jusqu'au dernier degré par un lunetier, au lieu de les employer telles qu'elles sortent de la manufacture, où le poliment se faisant par une portion de cercle, les glaces sont toujours un peu concaves et irrégulières. La troisième attention serait de choisir, parmi un grand nombre de glaces, celles qui donneraient à une grande distance une image plus vive et mieux terminée, ce qui est extrêmement important, et au point qu'il y a dans mon miroir des glaces qui font seules trois fois plus d'effet que d'autres à une grande distance, quoiqu'à une petite distance, comme de vingt à vingt-cinq pieds, l'effet en paraisse absolument le même. Quatrièmement, il faudrait des glaces d'un demi-pied tout au plus de surface, pour brûler à cent cinquante ou deux cents pieds, et d'un pied de surface, pour brûler à trois ou quatre cents pieds. Cinquièmement, il faudrait les faire étamer avec plus de soin qu'on ne le fait ordinairement. J'ai remarqué qu'en général les glaces fraîchement étamées réfléchissent plus de lumière que celles qui le sont anciennement; l'étamage, en se séchant, se gerce, se divise, et laisse de petits intervalles qu'on aperçoit en y regardant de près avec une loupe; et ces petits intervalles donnant passage à la lumière, la glace en réfléchit d'autant moins. On pourrait trouver le moyen de faire un meilleur étamage, et je crois qu'on y parviendrait en employant de l'or et du vif-argent : la lumière serait peut-être un peu jaune par la réflexion de cet étamage; mais, bien loin que cela fît un désavantage, j'imagine au contraire qu'il y aurait à gagner, parce que les rayons jaunes sont ceux qui ébranlent le plus fortement la rétine, et qui brûlent le plus violemment, comme je crois m'en être assuré, en réunissant, au moyen d'un verre lenticulaire, une quantité de rayons jaunes qui m'étaient fournis par un grand prisme, et en comparant leur action avec une égale quantité de rayons de toute autre couleur, réunis par le même verre lenticulaire, et fournis par le même prisme.

Sixièmement, il faudrait un châssis de fer et des vis de cuivre, et un ressort pour assujettir chacune des petites planches qui portent les glaces; tout cela conforme à un modèle que j'ai fait exécuter par le sieur Chopitel, afin que la sécheresse et l'humidité, qui agissent sur le châssis et les vis en bois, ne causassent pas d'inconvénient, et que le foyer, lorsqu'il est une fois formé, ne fût pas sujet à s'élargir, et à se déranger lorsqu'on fait rouler le miroir sur son pivot, ou qu'on le fait tourner autour de son axe pour suivre le soleil. Il faudrait aussi y ajouter une alidade avec deux pinnules au milieu de la partie inférieure du châssis, afin de s'assurer de la position du miroir par rapport au soleil, et une autre alidade semblable, mais dans un plan vertical au plan de la première, pour suivre le soleil à ses différentes hauteurs.

Au moyen de toutes ces attentions, je crois pouvoir assurer, par l'expérience que j'ai acquise en me servant de mon miroir, qu'on pourrait en réduire la grandeur à moitié, et qu'au lieu d'un miroir de sept pieds avec lequel j'ai brûlé du bois à cent cinquante pieds, on pro-

duirait le même effet avec un miroir de cinq pieds et demi, ce qui n'est, comme l'on voit, qu'une très-médiocre grandeur pour un très-grand effet; et de même, je crois pouvoir assurer qu'il ne faudrait alors qu'un miroir de quatre pieds et demi pour brûler à cent pieds, et qu'un miroir de trois pieds et demi brûlerait à soixante pieds, ce qui est une distance bien considérable en comparaison du diamètre du miroir.

Avec un assemblage de petits miroirs plans hexagones et d'acier poli, qui auraient plus de solidité, plus de durée que les glaces étamées, et qui ne seraient point sujets aux altérations que la lumière du soleil fait subir à la longue à l'étamage, on pourrait produire des effets très-utiles, et qui dédommageraient amplement des dépenses de la construction du miroir.

1° Pour toutes les évaporations des eaux salées, où l'on est obligé de consommer du bois et du charbon, ou d'employer l'art des bâtiments de graduation, qui coûtent beaucoup plus que la construction de plusieurs miroirs tels que je les propose. Il ne faudrait, pour l'évaporation des eaux salées, qu'un assemblage de douze miroirs plans d'un pied carré chacun: la chaleur qu'ils réfléchiront à leur foyer, quoique dirigée au-dessous de leur niveau, et à quinze ou seize pieds de distance, sera encore assez grande pour faire bouillir l'eau, et produire par conséquent une prompte évaporation; car la chaleur de l'eau bouillante n'est que triple de la chaleur du soleil d'été; et, comme la réflexion d'une surface plane bien polie ne diminue la chaleur que de moitié, il ne faudrait que six miroirs pour produire au foyer une chaleur égale à celle de l'eau bouillante; mais j'en double le nombre, afin que la chaleur se communique plus vite, et aussi à cause de la perte occasionnée par l'obliquité, sous laquelle le faisceau de la lumière tombe sur la sufacе de l'eau qu'on veut faire évaporer, et encore parce que l'eau salée s'échauffe plus lentement que l'eau douce. Ce miroir, dont l'assemblage ne formerait qu'un carré de quatre pieds de largeur sur trois de hauteur, serait aisé a manier et à transporter; et, si l'on voulait en doubler ou tripler les effets dans le même temps, il vaudrait mieux faire plusieurs miroirs semblables, c'est-à-dire doubler ou tripler le nombre de ces mêmes miroirs de quatre pieds sur trois, que d'en augmenter l'étendue; car l'eau ne peut recevoir qu'un certain degré de chaleur déterminée, et l'on ne gagnerait presque rien à augmenter ce degré, et par conséquent la grandeur du miroir; au lieu qu'en faisant deux foyers par deux miroirs égaux, on doublera l'effet de l'évaporation, et on le triplera par trois miroirs dont les foyers tomberont séparément les uns des autres sur la surface de l'eau qu'on veut faire évaporer. Au reste, l'on ne peut éviter la perte causée par l'obliquité; et si l'on veut y remédier, ce ne peut être que par une autre perte encore plus grande, en recevant d'abord les rayons du soleil sur une grande glace qui les réfléchirait sur le miroir brisé; car alors il brûlerait en bas, au lieu de brûler en haut; mais il perdrait moitié de la chaleur par la première réflexion, et moitié du reste par la seconde; en sorte qu'au lieu de six petits miroirs, il en faudrait douze pour obtenir une chaleur égale à celle de l'eau bouillante.

Pour que l'évaporation se fasse avec plus de succès, il faudra diminuer l'épaisseur de l'eau autant qu'il sera possible. Une masse d'eau d'un pied d'épaisseur ne s'évaporera pas aussi vite, à beaucoup près, que la même masse réduite à six pouces d'épaisseur et augmentée du double en superficie. D'ailleurs, le fond étant plus près de la surface, il s'échauffe plus promptement, et cette chaleur que reçoit le fond du vaisseau contribue encore à la célérité de l'évaporation.

2° On pourra se servir avec avantage de ces miroirs pour calciner les plâtres et même les pierres calcaires; mais il les faudrait plus grands, et placer les matières en haut, afin de ne rien perdre par l'obliquité de la lumière. On a vu, par les expériences détaillées dans le second de ces Mémoires, que le gypse s'échauffe plus d'une fois plus vite que la pierre calcaire tendre, et près de deux fois plus vite que le marbre ou la pierre calcaire dure; leur calcination respective doit être en même raison. J'ai trouvé, par une expérience répétée trois fois, qu'il faut un peu plus de chaleur pour calciner le gypse blanc qu'on appelle *albâtre*, que pour fondre le plomb. Or la chaleur nécessaire pour fondre le plomb est, suivant les expériences de Newton, huit fois plus grande que la chaleur du soleil d'été: il faudrait donc au moins seize petits miroirs pour calciner le gypse; et à cause des pertes occasionnées tant par l'obliquité de la lumière que par l'irrégularité du foyer, qu'on n'éloignera pas au delà de quinze pieds, je présume

qu'il faudrait vingt et peut-être vingt-quatre miroirs d'un pied carré chacun pour calciner le gypse en peu de temps : par conséquent il faudrait un assemblage de quarante-huit de ces petits miroirs pour opérer la calcination sur la pierre calcaire la plus tendre, et soixante-douze des mêmes miroirs d'un pied en carré pour calciner les pierres calcaires dures. Or, un miroir de douze pieds de largeur sur six pieds de hauteur, ne laisse pas d'être une grosse machine embarrassante et difficile à mouvoir, à monter et à maintenir. Cependant on viendrait à bout de ces difficultés, si le produit de la calcination était assez considérable pour équivaloir et même surpasser la dépense de la consommation du bois : il faudrait, pour s'en assurer, commencer par calciner le plâtre avec un miroir de vingt-quatre pièces; et, si cela réussissait, faire deux autres miroirs pareils, au lieu d'en faire un grand de soixante-douze pieds; car, en faisant coïncider les foyers de ces trois miroirs de vingt-quatre pièces, on produira une chaleur égale, et qui serait assez forte pour calciner le marbre ou la pierre dure.

Mais une chose très-essentielle reste douteuse ; c'est de savoir combien il faudrait de temps pour calciner, par exemple, un pied cube de matière, surtout si ce pied cube n'était frappé de chaleur que par une face. Je vois qu'il se passerait du temps avant que la chaleur n'eût pénétré toute son épaisseur; je vois que, pendant tout ce temps, il s'en perdrait une assez grande partie qui sortirait de ce bloc de matière après y être entrée : je crains donc beaucoup que la pierre n'étant pas saisie par la chaleur de tous les côtés à la fois, la calcination ne fût très-lente, et le produit en chaux très-petit. L'expérience seule peut ici décider; mais il faudrait au moins la tenter sur les matières gypseuses, dont la calcination doit être une fois plus prompte que celle des pierres calcaires.

En concentrant cette chaleur du soleil dans un four qui n'aurait d'autre ouverture que celle qu'y laisserait entrer la lumière, on empêcherait en grande partie la chaleur de s'évaporer ; et en mêlant avec les pierres calcaires une petite quantité de brasque ou poudre de charbon, qui de toutes les matières combustibles est la moins chère, cette légère quantité d'aliments suffirait pour nourrir et augmenter de beaucoup la quantité de chaleur; ce qui produirait une plus ample et plus prompte calcination, et à très-peu de frais, comme on l'a vu par la seconde expérience du quatrième Mémoire.

3° Ces miroirs d'Archimède peuvent servir en effet à mettre le feu dans les voiles des vaisseaux, et même dans le bois goudronné, à plus de cent cinquante pieds de distance : on pourrait s'en servir aussi contre ses ennemis en brûlant les blés et les autres productions de la terre; cet effet, qui serait assez prompt, serait très-dommageable. Mais ne nous occupons pas des moyens de faire du mal, et ne pensons qu'à ceux qui peuvent procurer quelque bien à l'humanité.

4° Ces miroirs fournissent le seul et unique moyen qu'il y ait de mesurer exactement la chaleur : il est évident que deux miroirs, dont les images lumineuses se réunissent, produisent une chaleur double dans tous les points de la surface qu'elles occupent; que trois, quatre, cinq, etc., miroirs donneront de même une chaleur triple, quadruple, quintuple, etc. ; et que, par conséquent, on peut par ce moyen, faire un thermomètre dont les divisions ne seront point arbitraires, et les échelles différentes, comme le sont celles de tous les thermomètres dont on s'est servi jusqu'à ce jour. La seule chose arbitraire qui entrerait dans la construction de ce thermomètre, serait la supposition du nombre total des parties du mercure en partant du degré du froid absolu ; mais, en le prenant à dix mille au-dessous de la congélation de l'eau, au lieu de mille, comme dans nos thermomètres ordinaires, on approcherait beaucoup de la réalité, surtout en choisissant les jours de l'hiver les plus froids pour graduer le thermomètre; chaque image du soleil lui donnerait un degré de chaleur au-dessus de la température que nous supposerons à celui de la glace. Le point auquel s'élèverait le mercure par la chaleur de la première image du soleil serait marqué un. Le point où il s'élèverait par la chaleur de deux images égales et réunies sera marqué deux. Celui où trois images le feront monter sera marqué trois; et ainsi de suite, jusqu'à la plus grande hauteur, qu'on pourrait étendre jusqu'au degré trente-six. On aurait à ce degré une augmentation de chaleur trente-six fois plus grande que celle du premier degré; dix-huit fois plus grande que celle du second; douze fois plus grande que celle du troisième; neuf fois plus grande que celle du quatrième, etc. : cette augmentation trente-six fois plus grande de chaleur

sus de celle de la glace serait assez grande pour fondre le plomb, et il y a toute apparence que le mercure, qui se volatilise à une bien moindre chaleur, ferait, par sa vapeur, casser le thermomètre. On ne pourra donc étendre la division que jusqu'à douze et peut-être même à neuf degrés, si l'on se sert du mercure pour ces thermomètres; et l'on n'aura par ce moyen que les degrés d'une augmentation de chaleur jusqu'à neuf. C'est une des raisons qui avaient déterminé Newton à se servir d'huile de lin au lieu de mercure; et, en effet, on pourra, en se servant de cette liqueur, étendre la division non-seulement à douze degrés, mais jusqu'au point de cette huile bouillante. Je ne propose pas de remplir ces thermomètres avec de l'esprit de vin coloré; il est universellement reconnu que cette liqueur se décompose au bout d'un assez petit temps [1], et que d'ailleurs elle ne peut servir aux expériences d'une chaleur un peu forte.

Lorsqu'on aura marqué sur l'échelle de ces thermomètres remplis d'huile ou de mercure les premières divisions un, deux, trois, quatre, etc., qui indiqueront le double, le triple, le quadruple, etc., des augmentations de la chaleur, il faudra chercher les parties aliquotes de chaque division : par exemple, les points de $1\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{4}$, $3\frac{1}{4}$, etc., ou de $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, etc., et de $1\frac{3}{4}$, $2\frac{3}{4}$, $3\frac{3}{4}$, etc.; ce que l'on obtiendra par un moyen facile, qui sera de couvrir la moitié, ou le quart, ou les trois quarts de la superficie d'un des petits miroirs; car alors l'image qu'il réfléchira ne contiendra que le quart, la moitié ou les trois quarts de la chaleur que contient l'image entière; et par conséquent les divisions des parties aliquotes seront aussi exactes que celles des nombres entiers.

Si l'on réussit une fois à faire ce thermomètre réel, et que j'appelle ainsi parce qu'il marquerait réellement la proportion de la chaleur, tous les autres thermomètres, dont les échelles sont arbitraires et différentes entre elles, deviendraient non-seulement superflus, mais même nuisibles, dans bien des cas, à la précision des vérités physiques qu'on cherche par leur moyen. On peut se rappeler l'exemple que j'en ai donné, en parlant de l'estimation de la chaleur qui émane du globe de la terre, comparée à la chaleur qui nous vient du soleil.

[1] Plusieurs voyageurs m'ont écrit que les thermomètres à l'esprit de vin de Réaumur leur étaient devenus tout à fait inutiles, parce que cette liqueur se décolore et se charge d'une espèce de boue en assez peu de temps.

5° Au moyen de ces miroirs brisés, on pourra aisément recueillir, dans leur entière pureté, les parties volatiles de l'or et de l'argent, et des autres métaux et minéraux; car, en exposant au large foyer de ces miroirs une grande plaque de métal, comme une assiette ou un plat d'argent, on en verra sortir une fumée très-abondante pendant un temps considérable, jusqu'au moment où le métal tombe en fusion; et, en ne donnant qu'une chaleur un peu moindre que celle qu'exige la fusion, on fera évaporer le métal au point d'en diminuer le poids assez considérablement. Je me suis assuré de ce premier fait, qui peut fournir des lumières sur la composition intime des métaux; j'aurais bien désiré recueillir cette vapeur abondante que le feu pur du soleil fait sortir du métal; mais je n'avais pas les instruments nécessaires, et je ne puis que recommander aux chimistes et aux physiciens de suivre cette expérience importante, dont les résultats seraient d'autant moins équivoques que la vapeur métallique est ici très-pure; au lieu que, dans toute opération semblable qu'on voudrait faire avec le feu commun, la vapeur métallique serait nécessairement mêlée d'autres vapeurs provenant des matières combustibles qui servent d'aliment à ce feu.

D'ailleurs, ce moyen est peut-être le seul que nous ayons pour volatiliser les métaux fixes, tels que l'or et l'argent; car je présume que cette vapeur que j'ai vue s'élever en si grande quantité de ces métaux échauffés au large foyer de mon miroir n'est pas de l'eau ni quelque autre liqueur, mais des parties même du métal que la chaleur en détache en les volatilisant. On pourrait, en recevant ainsi les vapeurs pures des différents métaux, les mêler ensemble, et faire, par ce moyen, des alliages plus intimes et plus purs qu'on ne l'a fait par la fusion et par la mixtion de ces mêmes métaux fondus, qui ne se marient jamais parfaitement, à cause de l'inégalité de leur pesanteur spécifique, et de plusieurs autres circonstances qui s'opposent à l'intimité et à l'égalité parfaite du mélange. Comme les parties constituantes de ces vapeurs métalliques sont dans un état de division bien plus grande que dans l'état de fusion, elles se joindraient et se réuniraient de plus près et plus facilement. Enfin on arriverait peut-être, par ce moyen, à la connaissance d'un fait général, et que plusieurs bonnes raisons me font soupçonner depuis longtemps : c'est qu'il y aurait pénétration dans

tous les alliages faits de cette manière, et que leur pesanteur spécifique serait toujours plus grande que la somme des pesanteurs spécifiques des matières dont ils seraient composés; car la pénétration n'est qu'un degré plus grand d'intimité; et l'intimité, toutes choses égales d'ailleurs, sera d'autant plus grande que les matières seront dans un état de division plus parfaite.

En réfléchissant sur l'appareil des vaisseaux qu'il faudrait employer pour recevoir et recueillir ces vapeurs métalliques, il m'est venu une idée qui me paraît trop utile pour ne la pas publier; elle est aussi trop aisée à réaliser pour que les bons chimistes ne la saisissent pas : je l'ai même communiquée à quelques-uns d'entre eux, qui m'en ont paru très-satisfaits. Cette idée est de geler le mercure dans ce climat-ci, et avec un degré de froid beaucoup moindre que celui des expériences de Pétersbourg ou de Sibérie. Il ne faut pour cela que recevoir la vapeur du mercure, qui est le mercure même volatilisé par une très-médiocre chaleur, dans une cucurbite, ou dans un vase auquel on donnera un certain degré de froid artificiel : ce mercure en vapeur, c'est-à-dire extrêmement divisé, offrira à l'action de ce froid des surfaces si grandes et des masses si petites, qu'au lieu de cent quatre-vingt-sept degrés de froid qu'il faut pour geler le mercure en masse, il n'en faudrait peut-être que dix-huit ou vingt degrés, peut-être même moins, pour le geler en vapeurs. Je recommande cette expérience importante à tous ceux qui travaillent de bonne foi à l'avancement des sciences.

Je pourrais ajouter à ces usages principaux du miroir d'Archimède plusieurs autres usages particuliers; mais j'ai cru devoir me borner à ceux qui m'ont paru les plus utiles et les moins difficiles à réduire en pratique. Néanmoins, je crois devoir joindre ici quelques expériences que j'ai faites sur la transmission de la lumière à travers les corps transparents, et donner en même temps quelques idées nouvelles sur les moyens d'apercevoir de loin les objets à l'œil simple, ou par le moyen d'un miroir semblable à celui dont les anciens ont parlé, par l'effet duquel on apercevait du port d'Alexandrie les vaisseaux d'aussi loin que la courbure de la terre pouvait le permettre.

Tous les physiciens savent aujourd'hui qu'il y a trois causes qui empêchent la lumière de se réunir dans un point, lorsque ses rayons ont traversé le verre objectif d'une lunette ordinaire. La première est la courbure sphérique de ce verre qui répand une partie des rayons dans un espace terminé par une courbe. La seconde est l'angle sous lequel nous paraît à l'œil simple l'objet que nous observons; car la largeur du foyer de l'objectif a toujours, à très-peu près, pour diamètre une ligne égale à la corde de l'arc qui mesure cet angle. La troisième est la différente réfrangibilité de la lumière; car les rayons les plus réfrangibles ne se rassemblent pas dans le même lieu où se rassemblent les rayons les moins réfrangibles.

On peut remédier à l'effet de la première cause, en substituant, comme Descartes l'a proposé, des verres elliptiques ou hyperboliques aux verres sphériques. On remédie à l'effet de la seconde par le moyen d'un second verre placé au foyer de l'objectif, dont le diamètre est à peu près égal à la largeur de ce foyer, et dont la surface est travaillée sur une sphère d'un rayon fort court. On a trouvé de nos jours le moyen de remédier à la troisième, en faisant des lunettes qu'on nomme *achromatiques*, et qui sont composées de deux sortes de verres qui dispersent différemment les rayons colorés, de manière que la dispersion de l'un est corrigée par la dispersion de l'autre, sans que la réfraction générale moyenne, qui constitue la lunette, soit anéantie. Une lunette de trois pieds et demi de longueur, faite sur ce principe, équivaut, pour l'effet, aux anciennes lunettes de vingt cinq pieds de longueur.

Au reste, le remède à l'effet de la première cause est demeuré tout à fait inutile jusqu'à ce jour, parce que l'effet de la dernière, étant beaucoup plus considérable, influe si fort sur l'effet total, qu'on ne pouvait rien gagner à substituer des verres hyperboliques ou elliptiques à des verres sphériques, et que cette substitution ne pouvait devenir avantageuse que dans le cas où l'on pourrait trouver le moyen de corriger l'effet de la différente réfrangibilité des rayons de la lumière. Il semble donc qu'aujourd'hui l'on ferait bien de combiner les deux moyens, et de substituer, dans les lunettes achromatiques, des verres elliptiques aux sphériques.

Pour rendre ceci plus sensible, supposons que l'objet qu'on observe soit un point lumineux sans étendue, telle qu'est une étoile fixe par rapport à nous; il est certain qu'avec un objectif, par exemple, de trente pieds de foyer

toutes les images de ce point lumineux s'étendront en forme de courbe au foyer de ce verre, s'il est travaillé sur une sphère, et qu'au contraire elles se réuniront en un point si ce verre est hyperbolique : mais si l'objet qu'on observe a une certaine étendue, comme la lune, qui occupe environ un demi degré d'espace à nos yeux, alors l'image de cet objet occupera un espace d'environ trois pouces de diamètre au foyer de l'objectif de trente pieds ; et l'aberration causée par la sphéricité, produisant une confusion dans un point lumineux quelconque, elle la produit de même sur tous les points lumineux du disque de la lune, et par conséquent la défigure en entier. Il y aurait donc, dans tous les cas, beaucoup d'avantage à se servir de verres elliptiques ou hyperboliques pour de longues lunettes, puisqu'on a trouvé le moyen de corriger en grande partie le mauvais effet produit par la différente réfrangibilité des rayons.

Il suit de ce que nous venons de dire que, si l'on veut faire une lunette de trente pieds pour observer la lune et la voir en entier, le verre oculaire doit avoir au moins trois pouces de diamètre pour recueillir l'image entière que produit l'objectif à son foyer, et que, si on voulait observer cet astre avec une lunette de soixante pieds, l'oculaire doit avoir au moins six pouces de diamètre, parce que la corde de l'arc qui mesure l'angle sous lequel nous paraît la lune, est dans ce cas de trois pouces et de six pouces à peu près ; aussi les astronomes ne font jamais usage de lunettes qui renferment le disque entier de la lune, parce qu'elles grossiraient trop peu ; mais si on veut observer Vénus avec une lunette de soixante pieds, comme l'angle sous lequel elle nous paraît n'est que d'environ soixante secondes, le verre oculaire pourra n'avoir que quatre lignes de diamètre, et, si on se sert d'un objectif de cent vingt pieds, un oculaire de huit lignes de diamètre suffirait pour réunir l'image entière que l'objectif forme à son foyer.

De là on voit que, quand même les rayons de lumière seraient également réfrangibles, on ne pourrait pas faire d'aussi fortes lunettes pour voir la lune en entier que pour voir les autres planètes, et que plus une planète est petite à nos yeux, et plus nous pouvons augmenter la longueur de la lunette avec laquelle on peut la voir en entier. Dès lors, on conçoit bien que, dans cette même supposition des rayons également réfrangibles, il doit y avoir une certaine longueur déterminée, plus avantageuse qu'aucune autre pour telle ou telle planète, et que cette longueur de la lunette dépend non-seulement de l'angle sous lequel la planète paraît à notre œil, mais encore de la quantité de lumière dont elle est éclairée.

Dans les lunettes ordinaires, les rayons de la lumière étant différemment réfrangibles, tout ce qu'on pourrait faire dans cette vue pour les perfectionner ne serait pas fort avantageux, parce que, sous quelque angle que paraisse à notre œil l'objet ou l'astre que nous voulons observer, et quelque intensité de lumière qu'il puisse avoir, les rayons ne se rassembleront jamais dans le même endroit : plus la lunette sera longue, plus il y aura d'intervalle [1] entre le foyer des rayons rouges et celui des rayons violets, et, par conséquent, plus sera confuse l'image de l'objet observé.

On ne peut donc perfectionner les lunettes par réfraction qu'en cherchant, comme on l'a fait, les moyens de corriger cet effet de la différente réfrangibilité, soit en composant la lunette de verres de différente densité, soit par d'autres moyens particuliers, et qui seraient différents selon les différents objets et les différentes circonstances. Supposons, par exemple, une courte lunette composée de deux verres, l'un convexe et l'autre concave des deux côtés; il est certain que cette lunette peut se réduire à une autre dont les deux verres soient plans d'un côté, et travaillés de l'autre côté sur des sphères dont le rayon serait une fois plus court que celui des sphères sur lesquelles auraient été travaillés les verres de la première lunette. Maintenant, pour éviter une grande partie de l'effet de la différente réfrangibilité des rayons, on peut faire cette seconde lunette d'une seule pièce de verre massif, comme je l'ai fait exécuter avec deux morceaux de verre blanc, l'un de deux pouces et demi de longueur, et l'autre d'un pouce et demi ; mais alors la perte de la transparence est d'un plus grand inconvénient que celui de la différente réfrangibilité qu'on corrige par ce moyen; car ces deux petites lunettes massives de verre sont plus obscures qu'une petite lunette ordinaire du même verre et des mêmes dimensions : elles donnent à la vérité moins d'iris, mais elles n'en sont pas

[1] Cet intervalle est d'un pied sur vingt-sept de foyer

pouces de distance de la bougie, l'interposition d'un de ces morceaux de verre me fit rapprocher à vingt et un pieds et demi; avec deux morceaux interposés et appliqués l'un sur l'autre, je ne pouvais plus lire qu'à dix-huit pieds et quart, et avec trois morceaux, à seize pieds : ce qui, comme l'on voit, se rapproche de la détermination de M. Bouguer; car la perte de la lumière, en traversant ce verre de trois quarts de ligne, étant ici de $592\frac{1}{4} - 462\frac{1}{4} = 130$, le résultat $\frac{130}{592}$, ou $\frac{65}{296}$, ne s'éloigne pas beaucoup de $\frac{3}{14}$, à quoi l'on doit réduire les $\frac{2}{7}$ donnés par M. Bouguer pour une ligne d'épaisseur, parce que mes verres n'avaient que trois quarts de ligne; car $3 : 14 :: 65 : 303\frac{1}{3}$, terme qui ne diffère pas beaucoup de 296.

Mais avec du verre communément appelé *verre de Bohéme*, j'ai trouvé, par les mêmes essais, que la lumière ne perdait qu'un huitieme en traversant une épaisseur d'une ligne, et qu'elle diminuait dans la progression suivante :

Épaisseurs.....	1,	2,	3,	4,	5,	6,.....	n.
Diminutions...	$\frac{1}{8}$.	$\frac{7}{64}$.	$\frac{49}{512}$.	$\frac{343}{4096}$	$\frac{2401}{32768}$.	$\frac{16807}{262144}$.	
ou..........	$\frac{7^{0}}{8}$	$\frac{7^{1}}{8^{2}}$	$\frac{7^{2}}{8^{3}}$	$\frac{7^{3}}{8^{4}}$	$\frac{7^{4}}{8^{5}}$	$\frac{7^{5}}{8^{6}}$	$\frac{7^{n-1}}{8^{n}}$.

Prenant la somme de ces termes, on aura le total de la diminution de la lumière à travers une épaisseur de verre d'un nombre donné de lignes; par exemple, la somme des six premiers termes est $\frac{144495}{262144}$. Donc la lumière ne diminue que d'un peu plus de moitié en traversant une épaisseur de six lignes de verre de Bohême, et elle en perdrait encore moins, si, au lieu de trois morceaux de deux lignes appliqués l'un sur l'autre, elle n'avait à traverser qu'un seul morceau de six lignes d'épaisseur.

Avec le verre que j'ai fait fondre en masse épaisse, j'ai vu que la lumière ne perdait pas plus à travers quatre pouces et demi d'épaisseur de ce verre qu'à travers une glace de Saint-Gobin de deux lignes et demie d'épaisseur; il me semble donc qu'on pourrait en conclure que la transparence de ce verre étant à celle de cette glace comme quatre pouces et demi sont à deux lignes et demie, ou 54 à $2\frac{1}{2}$, c'est-à-dire plus de vingt et une fois plus grande, on pourrait faire de très-bonnes petites lunettes massives de cinq ou six pouces de longueur avec ce verre.

Mais pour des lunettes longues, on ne peut employer que de l'eau, et encore est-il à craindre que le même inconvénient ne subsiste; car quelle sera l'opacité qui résultera de cette quantité de liqueur que je suppose remplir l'intervalle entre les deux verres? Plus les lunettes seront longues et plus on perdra de lumière; en sorte qu'il parait, au premier coup d'œil, qu'on ne peut pas se servir de ce moyen, surtout pour les lunettes un peu longues; car, en suivant ce que dit M. Bouguer, dans son Essai d'Optique, sur la gradation de la lumière, neuf pieds sept pouces d'eau de mer font diminuer la lumière dans le rapport de 14 à 5; ou, ce qui revient à peu près au même, supposons que dix pieds d'épaisseur d'eau diminuent la lumière dans le rapport de 3 à 1, alors vingt pieds d'épaisseur d'eau la diminueront dans le rapport de 9 à 1; trente pieds la diminueront dans celui de 27 à 1, etc. Il parait donc qu'on ne pourrait se servir de ces longues lunettes pleines d'eau que pour observer le soleil, et que les autres astres n'auraient pas assez de lumière pour qu'il fût possible de les apercevoir à travers une épaisseur de vingt à trente pieds de liqueur intermédiaire.

Cependant, si l'on fait attention qu'en ne donnant qu'un pouce ou un pouce et demi d'ouverture à un objectif de trente pieds, on ne laisse pas d'apercevoir très-nettement les planètes dans les lunettes ordinaires de cette longueur, on doit penser qu'en donnant un plus grand diamètre à l'objectif, on augmenterait la quantité de lumière dans la raison du carré de ce diamètre; et par conséquent, si un pouce d'ouverture suffit pour voir distinctement un astre dans une lunette ordinaire, $\sqrt{}$ trois pouces d'ouverture, c'est-à-dire vingt et une lignes environ de diamètre, suffiront pour qu'on les voie aussi distinctement à travers une épaisseur de dix pieds d'eau; et qu'avec un verre de trois pouces de diamètre, on le verrait également à travers une épaisseur de vingt pieds d'eau; qu'avec un verre de $\sqrt{}$ vingt-sept ou cinq pouces et quart de diamètre, on le verrait à travers une épaisseur de trente pieds, et qu'il ne faudrait qu'un verre de neuf pouces de diamètre pour une lunette remplie de quarante pieds d'eau, et un verre de vingt-sept pouces pour une lunette de soixante pieds.

Il semble donc qu'on pourrait, avec espérance de réussir, faire construire une lunette sur ces principes; car en augmentant le diamè-

tre de l'objectif, ou regagne en partie la lumière que l'on perd par le défaut de transparence de la liqueur.

On ne doit pas craindre que les objectifs, quelque grands qu'ils soient, fassent une trop grande partie de la sphère sur laquelle ils seront travaillés, et que, par cette raison, les rayons de la lumière ne puissent se réunir exactement; car, en supposant même ces objectifs sept ou huit fois plus grands que je ne les ai déterminés, ils ne feraient pas encore à beaucoup près une assez grande partie de leur sphère pour ne pas réunir les rayons avec exactitude.

Mais ce qui ne me paraît pas douteux, c'est qu'une lunette construite de cette façon serait très-utile pour observer le soleil; car, en la supposant même longue de cent pieds, la lumière de cet astre ne serait encore que trop forte après avoir traversé cette épaisseur d'eau, et on observerait à loisir et aisément la surface de cet astre immédiatement, sans qu'il fût nécessaire de se servir de verres enfumés ou d'en recevoir l'image sur un carton, avantage qu'aucune autre espèce de lunette ne peut avoir.

Il y aurait seulement quelque petite différence dans la construction de cette lunette solaire, si l'on veut qu'elle nous présente la face entière du soleil; car, en la supposant longue de cent pieds, il faudra, dans ce cas, que le verre oculaire ait au moins dix pouces de diamètre, parce que, le soleil occupant plus d'un demi-degré céleste, l'image, formée par l'objectif à son foyer à cent pieds aura au moins cette longueur de dix pouces; et que, pour la réunir tout entière, il faudra un oculaire de cette largeur auquel on ne donnerait que vingt pouces de foyer pour le rendre aussi fort qu'il se pourrait. Il faudrait aussi que l'objectif, ainsi que l'oculaire, eût dix pouces de diamètre, afin que l'image de l'astre et l'image de l'ouverture de la lunette se trouvassent d'égale grandeur au foyer.

Quand même cette lunette que je propose ne servirait qu'à observer exactement le soleil, ce serait déja beaucoup : il serait, par exemple, fort curieux de pouvoir reconnaître s'il y a dans cet astre des parties plus ou moins lumineuses que d'autres; s'il y a sur sa surface des inégalités, et de quelle espèce elles seraient; si les taches flottent sur sa surface [1], ou si elles y sont toutes constamment attachées, etc. La vivacité de sa lumière nous empêche de l'observer à l'œil simple, et la différente réfrangibilité de ses rayons rend son image confuse lorsqu'on la reçoit au foyer d'un objectif sur un carton; aussi la surface du soleil nous est-elle moins connue que celle des autres planètes. Cette différente réfrangibilité des rayons ne serait pas à beaucoup près entièrement corrigée dans cette longue lunette remplie d'eau; mais, si cette liqueur pouvait, par l'addition des sels, être rendue aussi dense que le verre, ce serait alors la même chose que s'il n'y avait qu'un seul verre à traverser; et il me semble qu'il y aurait plus d'avantage à se servir de ces lunettes remplies d'eau que de lunettes ordinaires avec des verres enfumés.

Quoi qu'il en soit, il est certain qu'il faut, pour observer le soleil, une lunette bien différente de celles dont on doit se servir pour les autres astres; et il est encore très-certain qu'il faut, pour chaque planète, une lunette particulière et proportionnée à leur intensité de lumière, c'est-à-dire à la quantité réelle de lumière dont elles nous paraissent éclairées. Dans toutes les lunettes il faudrait donc l'objectif aussi grand et l'oculaire aussi fort qu'il est possible, et en même temps proportionner la distance du foyer à l'intensité de la lumière de chaque planète. Par exemple, Vénus et Saturne sont deux planètes dont la lumière est fort différente; lorsqu'on les observe avec la même lunette, on augmente également l'angle sous lequel on les voit : dès lors la lumière totale de la planète paraît s'étendre sur toute sa surface, d'autant plus qu'on la grossit davantage; ainsi, à mesure qu'on agrandit son image, on la rend sombre, à peu près dans la proportion du carré de son diamètre : Saturne ne peut donc, sans devenir obscur, être observé avec une lunette aussi forte que Vénus. Si l'intensité de lumière de celle-ci permet de la grossir cent ou deux cents fois avant de devenir sombre, l'autre ne souffrira peut-être pas la moitié ou le tiers de cette augmentation sans devenir tout à fait obscure.

[1] M. de la Lande m'a fait sur ceci la remarque qui suit : « Il » est constant, dit-il, qu'il n'y a sur le soleil que des taches « qui changent de forme et disparaissent entièrement, mais « qui ne changent point de place, si ce n'est par la rotation « du soleil; sa surface est très-unie et homogène. » Ce savant astronome pouvait même ajouter que ce n'est que par le moyen de ces taches, toujours supposées fixes, qu'on a déterminé le temps de la révolution du soleil sur son axe : mais ce point d'astronomie physique ne me paraît pas encore absolument démontré; car ces taches, qui toutes changent de figure, pourraient bien aussi quelquefois changer de lieu.

Il s'agit donc de faire une lunette pour chaque planète, proportionnée à leur intensité de lumière; et, pour le faire avec plus d'avantage, il me semble qu'il n'y faut employer qu'un objectif d'autant plus grand, et d'un foyer d'autant moins long, que la planète a moins de lumière. Pourquoi, jusqu'à ce jour, n'a-t-on pas fait des objectifs de deux et trois pieds de diamètre? L'aberration des rayons, causée par la sphéricité des verres, en est seule la cause; elle produit une confusion qui est comme le carré du diamètre de l'ouverture [1]; et c'est par cette raison que les verres sphériques, qui sont très-bons avec une petite ouverture, ne valent plus rien quand on l'augmente; on a plus de lumière, mais moins de distinction et de netteté. Néanmoins, les verres sphériques larges sont très-bons pour faire des lunettes de nuit. Les Anglais ont construit des lunettes de cette espèce, et ils s'en servent avec grand avantage pour voir de fort loin les vaisseaux dans une nuit obscure. Mais maintenant que l'on sait corriger en grande partie les effets de la différente réfrangibilité des rayons, il me semble qu'il faudrait s'attacher à faire des verres elliptiques ou hyperboliques, qui ne produiraient pas cette aberration causée par la sphéricité, et qui par conséquent pourraient être trois ou quatre fois plus larges que les verres sphériques. Il n'y a que ce moyen d'augmenter à nos yeux la quantité de lumière que nous envoient les planètes; car nous ne pouvons pas porter sur les planètes une lumière additionnelle, comme nous le faisons sur les objets que nous observons au microscope; mais il faut au moins employer le plus avantageusement qu'il est possible la quantité de lumière dont elles sont éclairées, en la recevant sur une surface aussi grande qu'il se pourra. Cette lunette hyperbolique, qui ne serait composée que d'un seul grand verre objectif et d'un oculaire proportionné, exigerait une matière de la plus grande transparence; on réunirait par ce moyen tous les avantages possibles, c'est-à-dire ceux des lunettes achromatiques à celui des lunettes elliptiques ou hyperboliques, et l'on mettrait à profit toute la quantité de lumière que chaque planète réfléchit à nos yeux. Je puis me tromper; mais ce que je propose me paraît assez fondé pour en recommander l'exécution aux personnes zélées pour l'avancement des sciences.

[1] Smith's Optick. Book. 2, cap. 7, art. 346.

Me laissant aller à ces espèces de rêveries, dont quelques-unes néanmoins se réaliseront un jour, et que je ne publie que dans cette espérance, j'ai songé au miroir du port d'Alexandrie, dont quelques auteurs anciens ont parlé, et par le moyen duquel on voyait de très-loin les vaisseaux en pleine mer. Le passage le plus positif qui me soit tombé sous les yeux est celui que je vais rapporter : *Alexandria.... in Pharo vero erat speculum* e ferro sinico, *per quod a longe videbantur naves Græcorum advenientes; sed paulo postquam Islamismus invaluit, scilicet tempore Califatus Walidi, filii Abdulmelec, Christiani fraude adhibita illud deleverunt*. Abu-l-feda, etc. Descriptio Ægypti.

J'ai pensé 1° que ce miroir, par lequel on voyait de loin les vaisseaux arriver, n'était pas impossible; 2° que même, sans miroir ni lunette, on pourrait, par de certaines dispositions, obtenir le même effet, et voir depuis le port les vaisseaux peut-être d'aussi loin que la courbure de la terre le permet. Nous avons dit que les personnes qui ont bonne vue aperçoivent les objets éclairés par le soleil à plus de trois mille quatre cents fois leur diametre; et en même temps nous avons remarqué que la lumière intermédiaire nuisait si fort à celle des objets éloignés, qu'on apercevait la nuit un objet lumineux de dix, vingt et peut-être cent fois plus de distance qu'on ne le voit pendant le jour. Nous savons que du fond d'un puits très-profond l'on voit les étoiles en plein jour [1]: pourquoi donc ne verrait-on pas de même les vaisseaux éclairés des rayons du soleil, en se mettant au fond d'une longue galerie fort obscure, et située sur le bord de la mer, de manière qu'elle ne recevrait aucune lumière que celle de la mer lointaine et des vaisseaux qui pourraient s'y trouver? Cette galerie n'est qu'un puits horizontal qui ferait le même effet, pour la vue des vaisseaux, que le puits vertical pour la vue des étoiles; et cela me paraît si simple, que je suis étonné qu'on n'y ait pas songé. Il me semble qu'en prenant, pour faire l'observation, les heures du jour où le soleil serait derrière la galerie, c'est-à-dire le temps où les vaisseaux seraient bien éclairés, on les verrait du fond de cette galerie obscure, dix fois au moins mieux qu'on ne peut les voir en pleine lumière. Or,

[1] Aristote est, je crois, le premier qui ait fait mention de cette observation, et j'en ai cité le passage à l'article du *Sens de la vue*.

comme nous l'avons dit, on distingue aisément un homme ou un cheval à une lieue de distance, lorsqu'ils sont éclairés des rayons du soleil; et, en supprimant la lumière intermédiaire qui nous environne et offusque nos yeux, nous les verrions au moins de dix fois plus loin, c'est-à-dire à dix lieues : donc on verrait les vaisseaux, qui sont beaucoup plus gros, d'aussi loin que la courbure de la terre le permettrait[1], sans autre instrument que nos yeux.

Mais un miroir concave d'un assez grand diamètre et d'un foyer quelconque, placé au fond d'un long tuyau noirci, ferait, pendant le jour, à peu près le même effet que nos grands objectifs de même diamètre et de même foyer feraient pendant la nuit; et c'était probablement un de ces miroirs concaves d'acier poli (*e ferro sinico*) qu'on avait établi au port d'Alexandrie[2] pour voir de loin arriver les vaisseaux grecs. Au reste, si ce miroir d'acier ou de fer poli a réellement existé, comme il y a toute apparence, on ne peut refuser aux anciens la gloire de la première invention des télescopes; car ce miroir de métal poli ne pouvait avoir d'effet qu'autant que la lumière réfléchie par sa surface était recueillie par un autre miroir concave placé à son foyer; et c'est en cela que consiste l'essence du télescope et la facilité de sa construction. Néanmoins, cela n'ôte rien à la gloire du grand Newton, qui, le premier, a ressuscité cette invention entièrement oubliée. Il paraît même que ce sont ses belles découvertes sur la différente réfrangibilité des rayons de la lumière qui l'ont conduit à celle du télescope. Comme les rayons de la lumière sont, par leur nature, différemment réfrangibles, il était fondé à croire qu'il n'y avait nul moyen de corriger cet effet; ou, s'il a entrevu ces moyens, il les a jugés si difficiles, qu'il a mieux aimé tourner ses vues d'un autre côté, et produire, par le moyen de la réflexion des rayons, les grands effets qu'il ne pouvait obtenir par leur réfraction. Il a donc fait construire son télescope, dont l'effet est réellement bien supérieur à celui des lunettes ordinaires; mais les lunettes achromatiques, inventées de nos jours, sont aussi supérieures au télescope qu'il l'est aux lunettes ordinaires. Le meilleur télescope est toujours sombre en comparaison de la lunette achromatique, et cette obscurité dans les télescopes ne vient pas seulement du défaut de poli ou de la couleur du métal des miroirs, mais de la nature même de la lumière, dont les rayons, différemment réfrangibles, sont aussi différemment réflexibles, quoique en degrés beaucoup moins inégaux. Il reste donc, pour perfectionner les télescopes autant qu'ils peuvent l'être, à trouver le moyen de compenser cette différente réflexibilité, comme l'on a trouvé celui de compenser la différente réfrangibilité.

Après tout ce qui vient d'être dit, je crois qu'on sentira bien que l'on peut faire une très-bonne lunette de jour sans employer ni verres ni miroirs, et simplement en supprimant la lumière environnante, au moyen d'un tuyau de cent cinquante ou deux cents pieds de long, et en se plaçant dans un lieu obscur où aboutirait l'une des extrémités de ce tuyau. Plus la lumière du jour serait vive, plus serait grand l'effet de cette lunette si simple et si facile à exécuter. Je suis persuadé qu'on verrait distinctement à quinze et peut-être vingt lieues les bâtiments et les arbres sur le haut des montagnes. La seule différence qu'il y ait entre ce long tuyau et la galerie obscure que j'ai proposée, c'est que le *champ*, c'est-à-dire l'espace vu, serait bien plus petit, et précisément dans la raison du carré de l'ouverture du tuyau à celle de la galerie.

ARTICLE TROISIÈME.

INVENTION D'AUTRES MIROIRS POUR BRULER A DE MOINDRES DISTANCES.

I.

Miroirs d'une seule pièce à foyer mobile.

J'ai remarqué que le verre fait ressort, et qu'il peut plier jusqu'à un certain point; et comme, pour brûler à des distances un peu grandes, il ne faut qu'une légère courbure, et

[1] La courbure de la terre pour un degré, ou vingt cinq lieues de deux mille deux cent quatre-vingt-trois toises, est de deux mille neuf cent quatre-vingt huit pieds; elle croît comme le carré des distances : ainsi, pour cinq lieues, elle est vingt-cinq fois moindre, c'est-à-dire d'environ cent vingt pieds. Un vaisseau qui a plus de cent vingt pieds de mâture peut donc être vu de cinq lieues étant même au niveau de la mer; mais si l'on s'élevait de cent vingt pieds au-dessus du niveau de la mer, on verrait de cinq lieues le corps entier du vaisseau jusqu'à la ligne de l'eau; et, en s'élevant encore davantage, on pourrait apercevoir le haut des mâts de plus de dix lieues.

[2] De temps immémorial les Chinois, et surtout les Japonais, savent travailler et polir l'acier en grand et en petit volume, et c'est ce qui m'a fait penser qu'on doit interpréter *e ferro sinico* par acier poli.

que toute courbure régulière y est à peu près également convenable, j'ai imaginé de prendre des glaces de miroir ordinaire, d'un pied et demi, de deux pieds et trois pieds de diamètre, de les faire arrondir, et de les soutenir sur un cercle de fer bien égal et bien tourné, après avoir fait dans le centre de la glace un trou de deux ou trois lignes de diamètre pour y passer une vis, dont les pas sont très-fins, et qui entre dans un petit écron posé de l'autre côté de la glace. En serrant cette vis, j'ai courbé assez les glaces de trois pieds, pour brûler depuis cinquante pieds jusqu'à trente, et les glaces de dix-huit pouces ont brûlé à vingt-cinq pieds ; mais, ayant répété plusieurs fois ces expériences, j'ai cassé les glaces de trois pieds et de deux pieds, et il ne m'en reste qu'une de dix-huit pouces, que j'ai gardée pour modèle de ce miroir [1].

Ce qui fait casser ces glaces si aisément, c'est le trou qui est au milieu ; elles se courberaient beaucoup plus sans rompre, s'il n'y avait point de solution de continuité, et qu'on pût les presser également sur toute la surface. Cela m'a conduit à imaginer de les faire courber par le poids même de l'atmosphère; et pour cela il ne faut que mettre une glace circulaire sur une espèce de tambour de fer ou de cuivre, et ajouter à ce tambour une pompe pour en tirer de l'air : on fera de cette manière courber la glace plus ou moins, et par conséquent elle brûlera à de plus et moins grandes distances.

Il y aurait encore un autre moyen : ce serait d'ôter l'étamage dans le centre de la glace, de la largeur de neuf ou dix lignes, façonner avec une molette cette partie du centre en portion de sphère, comme un verre convexe d'un pouce de foyer, mettre dans le tambour une petite mèche soufrée ; il arriverait que, quand on présenterait ce miroir au soleil, les rayons transmis à travers cette partie du centre de la glace, et réunis au foyer d'un pouce, allumeraient la mèche soufrée dans le tambour : cette mèche en brûlant absorberait de l'air, et par conséquent le poids de l'atmosphère ferait plier la glace plus ou moins, selon que la mèche soufrée brûlerait plus ou moins de temps. Ce miroir serait fort singulier, parce qu'il se courberait de lui-même à l'aspect du soleil, sans qu'il fût nécessaire d'y toucher ; mais l'usage n'en serait pas facile, et c'est pour cette raison que je ne l'ai pas fait exécuter, la seconde manière étant préférable à tous égards.

Ces miroirs d'une seule pièce, à foyer mobile, peuvent servir à mesurer plus exactement que par aucun autre moyen la différence des effets de la chaleur du soleil reçue dans des foyers plus ou moins grands. Nous avons vu que les grands foyers font toujours proportionnellement beaucoup plus d'effet que les petits, quoique l'intensité de chaleur soit égale dans les uns et les autres : on aurait ici, en contractant successivement les foyers, toujours une égale quantité de lumière ou de chaleur, mais dans des espaces successivement plus petits ; et au moyen de cette quantité constante, on pourrait déterminer, par l'expérience, le *minimum* de l'espace du foyer, c'est-à-dire l'étendue nécessaire pour qu'avec la même quantité de lumière on eût le plus grand effet : cela nous conduirait en même temps à une estimation plus précise de la déperdition de la chaleur dans les différentes substances, sous un même volume ou dans une égale étendue.

A cet usage près, il m'a paru que ces miroirs d'une seule pièce à foyer mobile étaient plus curieux qu'utiles : celui qui agit seul et se courbe à l'aspect du soleil est assez ingénieusement conçu pour avoir place dans un cabinet de physique.

II.

Miroirs d'une seule pièce pour brûler très vivement à des distances médiocres et à de petites distances.

J'ai cherché les moyens de courber régulièrement de grandes glaces ; et, après avoir fait construire deux fourneaux différents, qui n'ont pas réussi, je suis parvenu à en faire un troisième, dans lequel j'ai courbé très-régulièrement des glaces circulaires de trois, quatre et quatre pieds et demi de diamètre; j'en ai même fait courber deux de cinquante-six pouces: mais, quelque précaution qu'on ait prise pour laisser refroidir lentement ces grandes glaces de cinquante-six et cinquante-quatre pouces de diamètre, et pour les manier doucement, elles se sont cassées en les appliquant sur les moules sphériques que j'avais fait construire pour leur donner la forme régulière et le poli nécessaire ;

[1] Ces glaces de trois pieds ont mis le feu à des matières légères jusqu'à cinquante pieds de distance, et alors elles n'avaient plié que d'une ligne [illegible] ; pour brûler à quarante pieds, il fallait les faire plier de deux lignes ; pour brûler à trente pieds, de deux lignes [illegible] ; et c'est en voulant les faire brûler à vingt pieds qu'elles se sont cassées.

La même chose est arrivée à trois autres glaces de quarante-huit et cinquante pouces de diamètre, et je n'en ai conservé qu'une seule de quarante-six pouces et deux de trente-sept pouces. Les gens qui connaissent les arts n'en seront pas surpris : ils savent que les grandes pièces de verre exigent des précautions infinies pour ne pas se fêler au sortir du fourneau où on les laisse recuire et refroidir : ils savent que plus elles sont minces, et plus elles sont sujettes à se fendre, non-seulement par le premier coup de l'air, mais encore par ses impressions ultérieures. J'ai vu plusieurs de mes glaces courbées se fendre toutes seules au bout de trois, quatre et cinq mois, quoiqu'elles eussent résisté aux premières impressions de l'air, et qu'on les eût placées sur des moules de plâtre bien séché, sur lesquels la surface concave de ces glaces portait également partout; mais ce qui m'en a fait perdre un grand nombre, c'est le travail qu'il fallait faire pour leur donner une forme régulière. Ces glaces, que j'ai achetées toutes polies à la manufacture du faubourg Saint-Antoine, quoique choisies parmi les plus épaisses, n'avaient que cinq lignes d'épaisseur : en les courbant, le feu leur faisait perdre en partie leur poli. Leur épaisseur d'ailleurs n'était pas bien égale partout, et néanmoins il était nécessaire, pour l'objet auquel je les destinais, de rendre les deux surfaces concave et convexe parfaitement concentriques, et par conséquent de les travailler avec des molettes convexes dans des moules creux, et des molettes concaves sur des moules convexes. De vingt-quatre glaces que j'avais courbées, et dont j'en avais livré quinze à feu M. Passemant, pour les faire travailler par ses ouvriers, je n'en ai conservé que trois ; toutes les autres, dont les moindres avaient au moins trois pieds de diamètre, se sont cassées, soit avant d'être travaillées, soit après. De ces trois glaces que j'ai sauvées, l'une a quarante-six pouces de diamètre, et les deux autres trente-sept pouces : elles étaient bien travaillées, leurs surfaces bien concentriques, et par conséquent l'épaisseur bien égale; il ne s'agissait plus que de les étamer sur leur surface convexe, et je fis pour cela plusieurs essais et un assez grand nombre d'expériences qui ne me réussirent point. M. de Bernières, beaucoup plus habile que moi dans cet art de l'étamage, vint à mon secours, et me rendit en effet deux de mes glaces étamées; j'eus l'honneur d'en présenter au roi la plus grande, c'est-à-dire celle de quarante-six pouces, et de faire devant Sa Majesté les expériences de la force de ce miroir ardent, qui fond aisément tous les métaux; on l'a déposé au château de la Muette, dans un cabinet qui est sous la direction du P. Noel : c'est certainement le plus fort miroir ardent qu'il y ait en Europe[1]. J'ai déposé au Jardin du roi, dans le cabinet d'histoire naturelle, la glace de trente-sept pouces de diamètre, dont le foyer est beaucoup plus court que celui du miroir de quarante-six pouces. Je n'ai pas encore eu le temps d'essayer la force de ce second miroir, que je crois aussi très-bon. Je fis aussi dans le temps quelques expériences au château de la Muette, sur la lumière de la lune, reçue par le miroir de quarante-six pouces, et réfléchie sur un thermomètre très-sensible : je crus d'abord m'apercevoir de quelque mouvement; mais cet effet ne se soutint pas, et depuis je n'ai pas eu occasion de répéter l'expérience. Je ne sais même si l'on obtiendrait un degré de chaleur sensible en réunissant les foyers de plusieurs miroirs, et les faisant tomber ensemble sur un thermomètre aplati et noirci; car il se peut que la lune nous envoie du froid plutôt que du chaud, comme nous l'expliquerons ailleurs. Du reste ces miroirs sont supérieurs à tous les miroirs de réflexion dont on avait connaissance : ils servent aussi à voir en grand les petits tableaux, et à distinguer toutes les beautés et tous les défauts; et, si on en fait étamer de pareils dans leur concavité, ce qui serait bien plus aisé que sur la convexité, ils serviraient à voir les plafonds et autres peintures qui sont trop grandes et trop perpendiculaires sur la tête pour pouvoir être regardées aisément.

Mais ces miroirs ont l'inconvénient commun à tous les miroirs de ce genre, qui est de brûler en haut ; ce qui fait qu'on ne peut travailler de suite à leur foyer, et qu'ils deviennent presque inutiles pour toutes les expériences qui demandent une longue action du feu, et des opérations suivies. Néanmoins, en recevant d'abord les rayons du soleil sur une glace plane de quatre pieds et demi de hauteur et d'autant de largeur, qui les réfléchit contre ces miroirs concaves, ils sont assez puissants pour que cette perte, qui est de la moitié de la chaleur, ne les empêche pas de brûler très-vivement à leur foyer, qui, par ce moyen, se trouve en bas comme celui des

[1] On m'a dit que l'étamage de ce miroir, qui a été fait il y a plus de vingt ans, s'était gâté.

miroirs de réfraction, et auquel, par conséquent, on pourrait travailler de suite et avec une égale facilité; seulement il serait nécessaire que la glace plane et le miroir concave fussent tous deux montés parallèlement sur un même support, où ils pourraient recevoir également les mêmes mouvements de direction et d'inclinaison, soit horizontalement, soit verticalement. L'effet que le miroir de quarante-six pouces de diamètre ferait en bas n'étant que de moitié de celui qu'il produit en haut, c'est comme si la surface de ce miroir était réduite de moitié, c'est-à-dire comme s'il n'avait qu'un peu plus de trente-deux pouces de diamètre au lieu de quarante-six; et cette dimension de trente-deux pouces de diamètre pour un foyer de six pieds ne laisse pas de donner une chaleur plus grande que celle des lentilles de Tschirnaüs ou du sieur Segard, dont je me suis autrefois servi, et qui sont les meilleures que l'on connaisse.

Enfin, par la réunion de ces deux miroirs, on aurait aux rayons du soleil une chaleur immense à leur foyer commun, surtout en le recevant en haut, qui ne serait diminuée que de moitié en le recevant en bas, et qui, par conséquent, serait beaucoup plus grande qu'aucune autre chaleur connue, et pourrait produire des effets dont nous n'avons aucune idée.

III.

Lentilles ou miroirs à l'eau.

Au moyen des glaces courbées et travaillées régulièrement dans leur concavité et sur leur convexité, on peut faire un miroir réfringent, en joignant par opposition deux de ces glaces, et en remplissant d'eau tout l'espace qu'elles contiennent.

Dans cette vue, j'ai fait courber deux glaces de trente-sept pouces de diamètre, et les ai fait user de huit ou neuf lignes sur les bords pour les bien joindre. Par ce moyen, l'on n'aura pas besoin de mastic pour empêcher l'eau de fuir.

Au zénith du miroir il faut pratiquer un petit goulot, par lequel on en remplira la capacité avec un entonnoir; et, comme les vapeurs de l'eau échauffée par le soleil pourraient faire casser les glaces, on laissera ce goulot ouvert pour laisser échapper les vapeurs; et, afin de tenir le miroir toujours absolument plein d'eau, on ajustera dans ce goulot une petite bouteille pleine d'eau, et cette bouteille finira elle-même en haut par un goulot étroit, afin que, dans les différentes inclinaisons du miroir, l'eau qu'elle contiendra ne puisse pas se répandre en trop grande quantité.

Cette lentille composée de deux glaces de trente-sept pouces, chacune de deux pieds et demi de foyer, brûlerait à cinq pieds, si elle était de verre; mais l'eau ayant une moindre réfraction que le verre, le foyer sera plus éloigné; il ne laissera pas néanmoins de brûler vivement; j'ai supputé qu'à la distance de cinq pieds et demi cette lentille à l'eau produirait au moins deux fois autant de chaleur que la lentille du Palais-Royal, qui est de verre solide, et dont le foyer est à douze pieds.

J'avais conservé une assez forte épaisseur aux glaces afin que le poids de l'eau qu'elles devaient renfermer ne pût en altérer la courbure : on pourrait essayer de rendre l'eau plus réfringente en y faisant fondre des sels; comme l'eau peut successivement fondre plusieurs sels et s'en charger en plus grande quantité qu'elle ne se chargerait d'un seul sel, il faudrait en fondre de plusieurs espèces, et on rendrait par ce moyen la réfraction de l'eau plus approchante de celle du verre.

Tel était mon projet; mais, après avoir travaillé et ajusté ces glaces de trente-sept pouces, celle de dessous s'est cassée dès la première expérience; et, comme il ne m'en restait qu'une, j'en ai fait le miroir concave de trente-sept pouces dont j'ai parlé dans l'article précédent.

Ces loupes, composées de deux glaces sphériquement courbées et remplies d'eau, brûleront en bas, et produiront de plus grands effets que les loupes de verre massif, parce que l'eau laisse passer plus aisément la lumière que le verre le plus transparent: mais l'exécution ne laisse pas d'en être difficile et demande des attentions infinies. L'expérience m'a fait connaître qu'il fallait des glaces de neuf ou huit lignes au moins, c'est-à-dire des glaces faites exprès; car on n'en coule point aux manufactures d'aussi épaisses, à beaucoup près; toutes celles qui sont dans le commerce n'ont qu'environ moitié de cette épaisseur. Il faut ensuite courber ces glaces dans un fourneau pareil à celui dont j'ai donné la figure; avoir attention de bien sécher le fourneau, de ne pas presser le feu, et d'employer au moins trente heures à l'opération. La glace se ramollira et pliera par son poids sans se dissoudre, et s'affaissera sur le moule concave qui lui donnera

sa forme. On la laissera recaire et refroidir par degré dans ce fourneau, qu'on aura soin de boacher au moment qu'oa aura vu la glace bien affaissée partont également. Deux jours après, lorsque le fourneaa aura perdu toute sa chaleur, on en tirera la glace, qui ne sera qac légèrement dépolie ; on examinera, avec nn grand compas courbe, si son épaisseur est à peu près égale partout; et si cela n'était pas, et qu'il y eût dans de certaines parties de la glace une iaégalité sensible, on commencera par l'atténner ave: une molette de même sphère que la courbare de la glace. On continuera de travailler de même les deux surfaces concave et convexe, qu'il faut rendre parfaitement concentriques, en sorte que la glace ait partont exactement la même épaisseur ; et pour parvenir à cette précision, qui est absolument nécessaire, il faudra faire conrber de plus petites glaces de deux ou trois pieds de diamètre, en observant de faire ces petits moules sur un rayon de quatre et ciaq lignes plas long que ceux da foyer de la grande glace. Par ce moyen, on aura des glaces courbes dont oa se servira, au lieu de molettes, pour travailler les deax sarfaces coacave et convexe, ce qui avancera beaacoup le travail : car ces petites glaces, en frottant contre la grande, l'useront, et s'useront également; et comme leur courbure est pins forte de quatre lignes, c'est-à-dire de moitié de l'épaisseur de la grande glace, le travail de ces petites glaces, taat au dedans qu'au debors, rendra concentriques les deux surfaces de la grande glace aussi précisément qu'il est possible. C'est là le poiat le plus difficile, et j'ai souvent vu que, pour l'obtenir, on était obligé d'user la glace de plus d'une ligne et demie sur chaque surface ; ce qui la rendait trop mince, et dès lors inutile, du moins pour notre objet. Ma glace de trente-sept pouces, que le poids de l'eau, joiat à la chaleur du soleil, a fait casser, avait néanmoins, toute travaiilée, plus de trois lignes et demie d'épaissenr et c'est pour cela que je recommande de les tenir encore plus épaisses.

J'ai observé que ces glaces courbées sont plus cassantes que les glaces ordinaires ; la seconde fusion ou demi-fusion que le verre éprouve ponr se conrber, est peut-être la caase de cet effet, d'autant que, pour prendre la forme sphérique, il est nécessaire qu'il s'étende inégalement dans chacune de ces parties, et que leur adhérence entre elles change dans des proportions inégales, et mêmes différentes pour chaque point de la courbe, relativemeat au plan horizontal de la glace, qui s'abaisse successivement pour prendre la courbure sphérique.

En général, le verre a du ressort, et peut plier sans se casser, d'environ nn pouce par pied, surtoat quand il est mince ; je l'ai même éproavé sur des glaces de deux et trois lignes d'épaisseur, et de ciaq pieds de bauteur : on pent les faire plier de pins de quatre poaces sans les rompre, surtout en ne les comprimant qu'en nn sena ; mais, si on les conrbe en deux sens à la fois, comme pour produire une surface sphérique, elles cassent à moins d'un demi-pouce par pied sous cette double flexion. La glace inférieare de ces lentilles à l'eau obéissant donc à la pression causée par le poids de l'eau, elle cassera ou prendra une plus forte courbure, à moins qu'elle ne soit fort épaisse, oa qu'elle soit soutenue par une croix de fer, ce qui fait ombre au foyer, et rend désagréable l'aspect de ce miroir. D'ailleurs le foyer de ces lentilles à l'eau n'est jamais franc, ni bien termiaé, ni réduit à sa plus petite étendue ; les différentes réfractions qae souffre la lumière en passant du verre dans l'eaa, et de l'eau dans le verre, causent une aberration des rayons beaucoup plus grande qu'elle ne l'est par nac réfraction simple dans les lonpes de verre massif. Tous ces inconvénieats m'ont fait tourner mes vues sur les moyens de perfectionner les lentilles de verre, et je crois avoir enfin trouvé tout ce qu'on pent faire de mieux en ce genre, comme je l'expliquerai dans les paragraphes suivants.

Avant de quitter les lentilles à l'eau, je crois devoir encore proposer un moyen de construction nouvelle qui serait sujette à moins d'inconvénients, et dont l'exécution serait assez facile. Au liea de courber, travailler et polir de grandes glaces de quatre ou cinq pieds de diamètre, il ne faudrait que de petits morceaux carrés de deux pouces, qui ne coûteraient presque rien, et les placer daas un châssis de fer traversé de verges minces de ce métal, et ajastées comme les vitres en plomb : ce châssis et ces verges de fer, auxquelles on donnerait la courbure sphérique et quatre pieds de diamètre, contiendraient chacun trois cent quaraate-six de ces petits morceaux de deux pouces, et en laissant quarante-six pour l'équivalent de l'espace que prendraient les verges de fer, il y aurait toajours trois cents disques du soleil qui coïncideraient au même foyer, que je suppose à dix pieds ; chaque morceau laisserait passer un disque de deux pouces

de diamètre, auquel ajoutant la lumière des parties du carré circonscrit à ce cercle de deux pouces de diamètre, le foyer n'aurait à dix pieds que deux pouces et demi ou deux pouces trois quarts, si la monture de ces petites glaces était régulièrement exécutée. Or, en diminuant la perte que souffre la lumière en passant à travers l'eau et les doubles verres qui la contiennent, et qui seraient ici à peu près de moitié, on aurait encore au foyer de ce miroir, tout composé de facettes planes, une chaleur cent cinquante fois plus grande que celle du soleil. Cette construction ne serat pas chère, et je n'y vois d'autre inconvénient que la fuite de l'eau, qui pourrait percer par les joints des verges de fer qui soutiendraient les petits trapèzes de verre. Il faudrait prévenir cet inconvénient en pratiquant de petites rainures de chaque côté dans ces verges, et enduire ces rainures de mastic ordinaire des vitriers, qui est impénétrable à l'eau.

IV.

Lentilles de verre solide.

J'ai vu deux de ces lentilles, celle du Palais-Royal, et celle du sieur Segard ; toutes deux ont été tirées d'une masse de verre d'Allemagne, qui est beaucoup plus transparent que le verre de nos glaces de miroir. Mais personne ne sait en France fondre le verre en larges masses épaisses, et la composition d'un verre transparent comme celui de Bohème n'est connue que depuis peu d'années.

J'ai donc d'abord cherché les moyens de fondre le verre en masses épaisses; et j'ai fait en même temps différents essais pour avoir une matière bien transparente. M. de Romilly, qui, dans ce temps, était l'un des directeurs de la manufacture de Saint-Gobin, m'ayant aidé de ses conseils, nous fondîmes deux masses de verre d'environ sept pouces de diamètre sur cinq à six pouces d'épaisseur, dans des creusets à un fourneau où l'on cuisait de la faïence au faubourg Saint-Antoine. Après avoir fait user et polir les deux surfaces de ces morceaux de verre pour les rendre parallèles, je trouvai qu'il n'y avait qu'un des deux qui fût parfaitement net. Je livrai le second morceau, qui était le moins parfait, à des ouvriers, qui ne laissèrent pas que d'en tirer d'assez bons prismes de toute grosseur, et j'ai gardé, pendant plusieurs années, le premier morceau, qui avait quatre pouces et demi d'épaisseur, et dont la transparence était telle, qu'en posant ce verre de quatre pouces et demi d'épaisseur sur un livre, on pouvait lire à travers très-aisément les caractères les plus petits et les écritures de l'encre la plus blanche. Je comparai le degré de transparence de cette matière avec celle des glaces de Saint-Gobin, prises et réduites à différentes épaisseurs ; un morceau de la matière de ces glaces de deux pouces et demi d'épaisseur sur environ un pied de longueur et de largeur, que M. de Romilly me procura, était vert comme du marbre vert, et l'on ne pouvait lire à travers : il fallut le diminuer de plus d'un pouce pour commencer à distinguer les caractères à travers son épaisseur, et enfin le réduire à deux lignes et demie d'épaisseur, pour que sa transparence fût égale à celle de mon morceau de quatre pouces et demi d'épaisseur ; car on voyait aussi clairement les caractères du livre à travers ces quatre pouces et demi, qu'à travers la glace qui n'avait que deux lignes et demie. Voici la composition de ce verre, dont la transparence est si grande :

Sable blanc cristallin, une livre.
Minium ou chaux de plomb, une livre.
Potasse, une demi-livre.
Salpêtre, une demi-livre.
Le tout mêlé et mis au feu suivant l'art.

J'ai donné à M. Cassini de Thury ce morceau de verre, dont on pouvait espérer de faire d'excellents verres de lunette achromatique, tant à cause de sa très-grande transparence que de sa force réfringente, qui était très-considérable, vu la quantité de plomb qui était entrée dans sa composition ; mais M. de Thury ayant confié ce beau morceau de verre à des ouvriers ignorants, ils l'ont gâté au feu, où ils l'ont remis mal à propos. Je me suis repenti de ne l'avoir pas fait travailler moi-même ; car il ne s'agissait que de le trancher en lames, et la matière en était encore plus tranparente et plus nette que celle *flint-glass* d'Angleterre, et elle avait plus de force de réfraction.

Avec six cents livres de cette même composition, je voulais faire une lentille de vingt-six ou vingt-sept pouces de diamètre et de cinq pieds de foyer. J'espérais pouvoir la fondre dans mon fourneau, dont à cet effet j'avais fait changer la disposition intérieure ; mais je reconnus bientôt que cela n'était possible que dans les plus grands fourneaux de verrerie. Il me fallait une

masse de trois pouces d'épaisseur sur vingt-sept ou vingt-huit pouces de diamètre, ce qui fait environ un pied cube de verre. Je demandai la liberté de la faire couler à mes frais à la manufacture de Saint-Gobin; mais les administrateurs de cet établissement ne voulurent pas me le permettre, et la lentille n'a pas été faite. J'avais supputé que la chaleur de cette lentille de vingt-sept pouces serait à celle de la lentille du Palais-Royal comme dix-neuf sont à six; ce qui est un très-grand effet, attendu la petitesse du diamètre de cette lentille, qui aurait eu onze pouces de moins que celle du Palais-Royal.

Cette lentille, dont l'épaisseur au point du milieu ne laisse pas d'être considérable, est néanmoins ce qu'on peut faire de mieux pour brûler à cinq pieds : on pourrait même en augmenter le diamètre; car je suis persuadé qu'on pourrait fondre et couler également des pièces plus larges et plus épaisses dans les fourneaux où l'on fond les grandes glaces, soit à Saint-Gobin, soit à Rouelle en Bourgogne. J'observe seulement ici qu'on perdrait plus par l'augmentation de l'épaisseur qu'on ne gagnerait par celle de la surface du miroir, et que c'est pour cela que, tout compensé, je m'étais borné à vingt-six ou vingt-sept pouces.

Newton a fait voir que, quand les rayons de lumière tombaient sur le verre, sous un angle de plus de quarante-sept ou quarante-huit degrés, ils sont réfléchis au lieu d'être réfractés. On ne peut donc pas donner à un miroir réfringent un diamètre plus grand que la corde d'un arc de quarante-sept ou quarante-huit degrés de la sphère sur laquelle il a été travaillé. Ainsi, dans le cas présent, pour brûler à cinq pieds, la sphère ayant environ trente-deux pieds de circonférence, le miroir ne peut avoir qu'un peu plus de quatre pieds de diamètre : mais, dans ce cas, il aurait le double d'épaisseur de ma lentille de vingt-six pouces; et d'ailleurs les rayons trop obliques ne se réunissent jamais bien.

Ces loupes de verre solide sont, de tous les miroirs que je viens de proposer, les plus commodes, les plus solides, les moins sujets à se gâter, et même les plus puissants lorsqu'ils sont bien transparents, bien travaillés, et que leur diamètre est bien proportionné à la distance de leur foyer. Si l'on veut donc se procurer une loupe de cette espèce, il faut combiner ces différents objets, et ne lui donner, comme je l'ai dit, que vingt-sept pouces de diamètre pour brûler à cinq pieds, qui est une distance commode pour travailler de suite et fort à l'aise au foyer. Plus le verre sera transparent et pesant, plus seront grands les effets; la lumière passera en plus grande quantité en raison de la transparence, et sera d'autant moins dispersée, d'autant moins réfléchie, et par conséquent d'autant mieux saisie par le verre, et d'autant plus réfractée, qu'il sera plus massif, c'est-à-dire spécifiquement plus pesant. Ce sera donc un avantage que de faire entrer dans la composition de ce verre une grande quantité de plomb; et c'est par cette raison que j'en ai mis moitié, c'est-à-dire autant de minium que de sable. Mais, quelque tranparent que soit le verre de ces lentilles, leur épaisseur dans le milieu est non-seulement un très-grand obstacle à la transmission de la lumière, mais encore un empêchement aux moyens qu'on pourrait trouver pour fondre des masses aussi épaisses et aussi grandes qu'il le faudrait : par exemple, pour une loupe de quatre pieds de diamètre, à laquelle on donnerait un foyer de cinq ou six pieds, qui est la distance la plus commode, et à laquelle la lumière plongeant avec moins d'obliquité aura plus de force qu'à de plus grandes distances, il faudrait fondre une masse de verre de quatre pieds sur six pouces et demi ou sept pouces d'épaisseur, parce qu'on est obligé de la travailler et de l'user même dans la partie la plus épaisse. Or il serait très-difficile de fondre et couler d'un seul jet ce gros volume, qui serait, comme l'on voit, de cinq ou six pieds cubes; car les plus amples cuvettes des manufactures de glaces ne contiennent pas deux pieds cubes : les deux plus grandes glaces de soixante pouces sur cent vingt, en leur supposant cinq lignes d'épaisseur, ne font qu'un volume d'environ un pied cube trois quarts. L'on sera donc forcé de se réduire à ce moindre volume, et à n'employer en effet qu'un pied cube et demi, ou tout au plus un pied cube trois quarts de verre pour en former la loupe, et encore aura-t-on bien de la peine à obtenir des maîtres de ces manufactures de faire couler du verre à cette grande épaisseur, parce qu'ils craignent, avec quelque raison, que la chaleur trop grande de cette masse épaisse de verre ne fasse fendre ou boursoufler la table de cuivre sur laquelle on coule les glaces, lesquelles, n'ayant au plus que cinq lignes d'épaisseur [1],

[1] On a néanmoins coulé à Saint-Gobin, et à ma prière, des glaces de sept lignes, dont je me suis servi, pour différentes

ne communiquent à la table qu'une chaleur très-médiocre en comparaison de celle que lui ferait subir une masse de six pouces d'épaisseur.

V.

Lentilles à échelons, pour brûler avec la plus grande vivacité possible.

Je viens de dire que les fortes épaisseurs qu'on est obligé de donner aux lentilles, lorsqu'elles ont un grand diamètre et un foyer court, nuisent beaucoup à leur effet : une lentille de six pouces d'épaisseur dans le milieu, et de la matière des glaces ordinaires, ne brûle, pour ainsi dire, que par les bords. Avec du verre plus transparent l'effet sera plus grand ; mais la partie du milieu reste toujours en pure perte, la lumière ne pouvant en pénétrer et traverser la trop grande épaisseur. J'ai rapporté les expériences que j'ai faites sur la diminution de la lumière qui passe à travers différentes épaisseurs du même verre ; et l'on a vu que cette diminution est très-considérable ; j'ai donc cherché les moyens de parer à cet inconvénient, et j'ai trouvé une manière simple et assez aisée de diminuer réellement les épaisseurs des lentilles autant qu'il me plaît, sans pour cela diminuer sensiblement leur diamètre, et sans allonger leur foyer.

Ce moyen consiste à travailler ma pièce de verre par échelons. Supposons, pour me faire mieux entendre, que je veuille diminuer de deux pouces l'épaisseur d'une lentille de verre qui a vingt-six pouces de diamètre, cinq pieds de foyer et trois pouces d'épaisseur au centre ; je divise l'arc de cette lentille en trois parties, et je rapproche concentriquement chacune de ces portions d'arc, en sorte qu'il ne reste qu'un pouce d'épaisseur au centre, et je forme de chaque côté un échelon d'un demi-pouce, pour rapprocher de même les parties correspondantes : par ce moyen, en faisant un second échelon, j'arrive à l'extrémité du diamètre, et j'ai une lentille à échelons qui est à très-peu près du même foyer, et qui a le même diamètre, et près de deux fois moins d'épaisseur que la première ; ce qui est un très-grand avantage.

Si l'on vient à bout de fondre une pièce de verre de quatre pieds de diamètre sur deux pouces et demi d'épaisseur, et de la travailler par échelons sur un foyer de huit pieds, j'ai supputé qu'en laissant même un pouce et demi d'épaisseur au centre de cette lentille et à la couronne intérieure des échelons, la chaleur de cette lentille sera à celle de la lentille du Palais-Royal comme vingt-huit sont à six, sans compter l'effet de la différence des épaisseurs, qui est très-considérable et que je ne puis estimer d'avance.

Cette dernière espèce de miroir réfringent est tout ce qu'on peut faire de plus parfait en ce genre ; et, quand même nous le réduirions à trois pieds de diamètre sur quinze lignes d'épaisseur au centre, et six pieds de foyer, ce qui en rendra l'exécution moins difficile, on aurait toujours un degré de chaleur quatre fois au moins plus grand que celui des plus fortes lentilles que l'on connaisse. J'ose dire que ce miroir à échelons serait l'un des plus utiles instruments de physique ; je l'ai imaginé il y a puis de vingt-cinq ans, et tous les savants auxquels j'en ai parlé désireraient qu'il fût exécuté : on en tirerait de grands avantages pour l'avancement des sciences, et, y adaptant un héliomètre, on pourrait faire à son foyer toutes les opérations de la chimie aussi commodément qu'on le fait au feu des fourneaux, etc.

expériences, il y a plus de vingt ans ; j'ai remis dernièrement une de ces glaces de trente-huit pouces en carré et de sept lignes d'épaisseur à M. de Bernières, qui a entrepris de faire des loupes à l'eau pour l'Académie des Sciences, et j'ai vu chez lui des glaces de dix lignes d'épaisseur qui ont été coulées de même à Saint-Gobin : cela doit faire présumer qu'on pourrait, sans aucun risque pour la table, en couler d'encore plus épaisses.

SEPTIÈME MÉMOIRE.

OBSERVATIONS

SUR LES COULEURS ACCIDENTELLES ET SUR LES OMBRES COLORÉES.

Quoiqu'on se soit beaucoup occupé, dans ces derniers temps, de la physique des couleurs, il ne paraît pas qu'on ait fait de grands progrès depuis Newton : ce n'est pas qu'il ait épuisé la matière ; mais la plupart des physiciens ont plus travaillé à le combattre qu'à l'entendre ; et quoique ses principes soient clairs, et ses expériences incontestables, il y a si peu de gens qui se soient donné la peine d'examiner à fond les rapports et l'ensemble de ces découvertes, que je ne crois pas devoir parler d'un nouveau genre de couleurs sans avoir auparavant donné des

idées nettes sur la production des couleurs en général.

Il y a plusieurs moyens de produire des couleurs : le premier est la réfraction. Un trait de lumière qui passe à travers un prisme se rompt et se divise de façon qu'il produit une image colorée, composée d'un nombre infini de couleurs ; et les recherches qu'on a faites sur cette image colorée du soleil ont appris que la lumière de cet astre est l'assemblage d'une infinité de rayons de lumière différemment colorés ; que ces rayons ont autant de différents degrés de réfrangibilité que de couleurs différentes, et que la même couleur a constamment le même degré de réfrangibilité. Tous les corps diaphanes dont les surfaces ne sont pas parallèles produisent des couleurs par la réfraction : l'ordre de ces couleurs est invariable, et leur nombre, quoique infini, a été réduit à sept dénominations principales, *violet, indigo, bleu, vert, jaune, oranger, rouge* : chacune de ces dénominations répond à un intervalle déterminé dans l'image colorée, qui contient toutes les nuances de la couleur dénommée ; de sorte que dans l'intervalle rouge on trouve toutes les nuances de rouge ; dans l'intervalle jaune, toutes les nuances de jaune, etc., et dans les confins de ces intervalles les couleurs intermédiaires qui ne sont ni jaunes, ni rouges, etc. C'est par de bonnes raisons que Newton a fixé à sept le nombre des dénominations des couleurs : l'image colorée du soleil, qu'il appelle *le spectre solaire*, n'offre à la première vue que cinq couleurs : violet, bleu, vert, jaune et rouge ; ce n'est encore qu'une décomposition imparfaite de la lumière, et une représentation confuse des couleurs. Comme cette image est composée d'une infinité de cercles différemment colorés, qui répondent à autant de disques du soleil, et que ces cercles anticipent beaucoup les uns sur les autres, le milieu de tous ces cercles est l'endroit où le mélange des couleurs est le plus grand : il n'y a que les côtés rectilignes de l'image où les couleurs soient pures ; mais, comme elles sont en même temps très-faibles, on a peine à les distinguer, et on se sert d'un autre moyen pour épurer les couleurs : c'est en rétrécissant l'image du disque du soleil ; ce qui diminue l'anticipation des cercles colorés les uns sur les autres, et par conséquent le mélange des couleurs. Dans ce spectre de lumière épurée et homogène, on voit très-bien les sept couleurs : on en voit même beaucoup plus de sept avec un peu d'art ; car, en recevant successivement sur un fil blanc les différentes parties de ce spectre de lumière épurée, j'ai compté souvent jusqu'à dix-huit ou vingt couleurs dont la différence était sensible à mes yeux. Avec de meilleurs organes ou plus d'attention, on pourrait encore en compter davantage : cela n'empêche pas qu'on ne doive fixer le nombre de leur dénomination à sept, ni plus ni moins ; et cela par une raison bien fondée : c'est qu'en divisant le spectre de lumière épurée en sept intervalles, et suivant la proportion donnée par Newton, chacun de ces intervalles contient des couleurs qui, quoique prises toutes ensemble, sont indécomposables par le prisme et par quelque art que ce soit ; ce qui leur a fait donner le nom de *couleurs primitives*. Si, au lieu de diviser le spectre en sept, ou ne le divise qu'en six, ou cinq, ou quatre, ou trois intervalles, alors les couleurs contenues dans chacun de ces intervalles se décomposent par le prisme, et par conséquent ces couleurs ne sont pas pures, et ne doivent pas être regardées comme couleurs primitives. On ne peut donc pas réduire les couleurs primitives à moins de sept dénominations, et on ne doit pas en admettre un plus grand nombre, parce qu'alors on diviserait inutilement les intervalles en deux ou plusieurs parties, dont les couleurs seraient de la même nature ; et ce serait partager mal à propos une même espèce de couleur, et donner des noms différents à des choses semblables.

Il se trouve, par un hasard singulier, que l'étendue proportionnelle de ces sept intervalles de couleurs répond assez juste à l'étendue proportionnelle des sept tons de la musique : mais ce n'est qu'un hasard dont on ne doit tirer aucune conséquence : ces deux résultats sont indépendants l'un de l'autre, et il faut se livrer bien aveuglément à l'esprit de système, pour prétendre, en vertu d'un rapport fortuit, soumettre l'œil et l'oreille à des lois communes, et traiter l'un de ces organes par les règles de l'autre, en imaginant qu'il est possible de faire un concert aux yeux ou un paysage aux oreilles.

Ces sept couleurs, produites par la réfraction, sont inaltérables, et contiennent toutes les couleurs et toutes les nuances de couleurs qui sont au monde : les couleurs du prisme, celles des diamants, celles de l'arc-en-ciel, des images des halos, dépendent toutes de la réfraction, et en suivent exactement les lois.

La réfraction n'est cependant pas le seul moyen pour produire des couleurs ; la lumière a de plus que sa qualité réfrangible d'autres propriétés qui, quoique dépendantes de la même cause générale produisent des effets différents; de la même façon que la lumière se rompt et se divise en couleurs en passant d'un milieu dans un autre milieu transparent, elle se rompt aussi en passant auprès des surfaces d'un corps opaque; cette espèce de réfraction qui se fait dans le même milieu s'appelle *inflexion*, et les couleurs qu'elle produit sont les mêmes que celles de la réfraction ordinaire : les rayons violets, qui sont les plus réfrangibles sont aussi les plus flexibles ; et la frange colorée par l'inflexion de la lumière ne diffère du spectre coloré produit par la réfraction que dans la forme; et, si l'intensité des couleurs est différente, l'ordre en est le même, les propriétés toutes semblables, le nombre égal, la qualité primitive et inaltérable, commune à toutes, soit dans la réfraction, soit dans l'inflexion, qui n'est en effet qu'une espèce de réfraction.

Mais le plus puissant moyen que la nature emploie pour produire des couleurs, c'est la réflexion[1]; toutes les couleurs matérielles en dépendent : le vermillon n'est rouge que parce qu'il réfléchit abondamment les rayons rouges de la lumière, et qu'il absorbe les autres ; l'outremer ne paraît bleu que parce qu'il réfléchit fortement les rayons bleus, et qu'il reçoit dans ses pores tous les autres rayons qui s'y perdent. Il en est de même des autres couleurs des corps opaques et transparents ; la transparence dépend de l'uniformité de densité : lorsque les parties composantes d'un corps sont d'égale densité, de quelque figure que soient ces mêmes parties, le corps sera toujours transparent. Si l'on réduit un corps transparent à une fort petite épaisseur, cette plaque mince produira des couleurs dont l'ordre et les principales apparences sont fort différentes des phénomènes du spectre ou de la frange colorée : aussi ce n'est pas par la réfraction que ces couleurs sont produites, c'est par la réflexion. Les plaques minces des corps transparents, les bulles de savon, les plumes des oiseaux, etc., paraissent colorées parce qu'elles réfléchissent certains rayons, et laissent passer ou absorbent les autres; ces couleurs ont leurs lois et dépendent de l'épaisseur de la plaque mince; une certaine épaisseur produit constamment une certaine couleur; toute autre épaisseur ne peut la produire, mais en produit une autre : et lorsque cette épaisseur est diminuée à l'infini, en sorte qu'au lieu d'une plaque mince et transparente, on n'a plus qu'une surface polie sur un corps opaque, ce poli, qu'on peut regarder comme le premier degré de la transparence, produit aussi des couleurs par la réflexion, qui ont encore d'autres lois ; car lorsqu'on laisse tomber un trait de lumière sur un miroir de métal, ce trait de lumière ne se réfléchit pas tout entier sous le même angle; il s'en disperse une partie qui produit des couleurs dont

[1] J'avoue que je ne pense pas comme Newton au sujet de la réflexibilité des différents rayons de la lumière : sa définition de la reflexibilité n'est pas assez générale pour être satisfaisante. Il est sûr que la plus grande facilité à être réfléchi est la même chose que la plus grande réflexibilité; il faut que cette plus grande facilité soit générale pour tous les cas : or, qui sait si le rayon violet se réfléchit le plus aisément dans tous les cas, à cause que, dans un cas particulier, il rentre plutôt dans le verre que les autres rayons? La réflexion de la lumière suit les même lois que le rebondissement de tous les corps à ressort : de là on doit conclure que les particules de lumière sont élastiques, et par conséquent la réflexibilité de la lumière sera toujours proportionnelle à son ressort, et dès lors les rayons les plus réflexibles seront ceux qui auront le plus de ressort; qualité dificile à mesurer dans la matière de la lumière, parce qu'on ne peut mesurer l'intensité d'un ressort que par la vitesse qu'il produit; il faudrait donc, pour qu'il fût possible de faire une expérience sur cela, que les satellites de Jupiter fussent illuminés successivement par toutes les couleurs du prisme, pour reconnaître par leurs éclipses s'il y aurait plus ou moins de vitesse dans le mouvement de la lumière violette que dans le mouvement de la lumière rouge; car ce n'est que par la comparaison de la vitesse de ces deux différents rayons qu'on peut savoir si l'un a plus de ressort que l'autre ou plus de réflexibilité. Mais on n'a jamais observé que les satellites, au moment de leur émersion, aient d'abord paru violets, et ensuite éclairés successivement de toutes les couleurs du prisme: donc il est à présumer que les rayons de lumière ont à peu près tous un ressort égal, et par conséquent autant de réflexibilité. D'ailleurs, le cas particulier où le violet paraît être plus réflexible ne vient que de la réfraction, et ne paraît pas tenir à la réflexion : cela est aisé à démontrer. Newton a fait voir, à n'en pouvoir douter, que les rayons différents sont inégalement réfrangibles; que le rouge l'est le moins, et le violet le plus de tous ; il n'est donc pas étonnant qu'à une certaine obliquité le rayon violet se trouvant, en sortant du prisme, plus oblique à la surface que tous les autres rayons, il soit le premier saisi par l'attraction du verre et contraint d'y rentrer, tandis que les autres rayons, dont l'obliquité est moindre, continuent leur route sans être assez attirés pour être obligés de rentrer dans le verre : ceci n'est donc pas, comme le prétend Newton, une vraie réflexion : c'est seulement une suite de la réfraction. Il me semble qu'il ne devait donc pas assurer en général que les rayons les plus réfrangibles étaient les plus réflexibles. Cela ne me paraît vrai qu'en prenant cette suite de la réfraction pour une réflexion, ce qui n'en est pas une; car il est évident qu'une lumière qui tombe sur un miroir et qui en rejaillit en formant un angle de réflexion égal à celui d'incidence, est dans un cas bien différent de celui où elle se trouve au sortir d'un verre si oblique à la surface, qu'elle est contrainte d'y rentrer : ces deux phénomènes n'ont rien de commun, et ne peuvent, à mon avis, s'expliquer par la même cause.

les phénomenes, aussi bien que ceux des plaques minces, n'ont pas encore été assez observés.

Toutes les couleurs dont je viens de parler sont naturelles, et dépendent uniquement des propriétés de la lumière, mais il en est d'autres qui me paraissent accidentelles et qui dépendent autant de notre organe que de l'action de la lumière. Lorsque l'œil est frappé ou pressé, on voit des couleurs dans l'obscurité; lorsque cet organe est mal disposé ou fatigué, on voit encore des couleurs : c'est ce genre de couleurs que j'ai cru devoir appeler *couleurs accidentelles*, pour les distinguer des couleurs naturelles, et parce qu'en effet elles ne paraissent jamais que lorsque l'organe est forcé ou qu'il a été trop fortement ébranlé.

Personne n'a fait, avant le docteur Jurin, la moindre observation sur ce genre de couleurs; cependant elles tiennent aux couleurs naturelles par plusieurs rapports, et j'ai découvert une suite de phénomènes singuliers sur cette matière, que je vais rapporter le plus succinctement qu'il me sera possible.

Lorsqu'on regarde fixement et longtemps une tache ou une figure rouge sur un fond blanc, comme un petit carré de papier rouge sur un papier blanc, on voit naître autour du petit carré rouge une espèce de couronne d'un vert faible : en cessant de regarder le carré rouge, si on porte l'œil sur le papier blanc, on voit très-distinctement un carré d'un vert tendre, tirant un peu sur le bleu; cette apparence subsiste plus ou moins longtemps, selon que l'impression de la couleur rouge a été plus ou moins forte. La grandeur du carré vert imaginaire est la même que celle du carré réel rouge, et ce vert ne s'évanouit qu'après que l'œil s'est rassuré et s'est porté successivement sur plusieurs autres objets, dont les images détruisent l'impression trop forte causée par le rouge.

En regardant fixement et longtemps une tache jaune sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache une couronne d'un bleu pâle; et en cessant de regarder la tache jaune, et portant son œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit distinctement une tache bleue de la même figure et de la même grandeur que la tache jaune, et cette apparence dure au moins aussi longtemps que l'apparence du vert produit par le rouge. Il m'a même paru, après avoir fait moi-même, et après avoir fait répéter cette expérience à d'autres dont les yeux étaient meilleurs et plus forts que les miens, que cette impression du jaune était plus forte que celle du rouge, et que la couleur bleue qu'elle produit s'effaçait plus difficilement et subsistait plus longtemps que la couleur verte produite par le rouge; ce qui semble prouver ce qu'a soupçonné Newton, que le jaune est de toutes les couleurs celle qui fatigue le plus nos yeux.

Si l'on regarde fixement et long-temps une tache verte sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache verte une couleur blanchâtre, qui est à peine colorée d'une petite teinte de pourpre : mais en cessant de regarder la tache verte et en portant l'œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit distinctement une tache d'un pourpre pâle, semblable à la couleur d'une améthiste pâle; cette apparence est plus faible et ne dure pas, à beaucoup près, aussi longtemps que les couleurs bleues et vertes produites par le jaune et par le rouge.

Demême, en regardant fixement et longtemps une tache bleue sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache bleue une couronne blanchâtre un peu teinte de rouge; et, en cessant de regarder la tache bleue, et portant l'œil sur le fond blanc, on voit une tache d'un rouge pâle, toujours de la même figure et de la même grandeur que la tache bleue, et cette apparence ne dure pas plus longtemps que l'apparence pourpre produite par la tache verte.

En regardant de même avec attention une tache noire sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache noire une couronne d'un blanc vif; et, cessant de regarder la tache noire, et portant l'œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit la figure de la tache exactement dessinée et d'un blanc beaucoup plus vif que celui du fond : ce blanc n'est pas mat, c'est un blanc brillant semblable au blanc du premier ordre des anneaux colorés décrits par Newton : et, au contraire, si on regarde longtemps une tache blanche sur un fond noir, on voit la tache blanche se décolorer; et, en portant l'œil sur un autre endroit du fond noir, on y voit une tache d'un noir plus vif que celui du fond.

Voilà donc une suite de couleurs accidentelles qui a des rapports avec la suite des couleurs naturelles : le rouge naturel produit le vert accidentel, le jaune produit le bleu, le vert produit le pourpre, le bleu produit le rouge, le noir produit le blanc, et le blanc produit le noir. Ces couleurs accidentelles n'existent que

dans l'organe fatigué, puisqu'un autre œil ne les aperçoit pas : elles ont même une apparence qui les distingue des couleurs naturelles ; c'est qu'elles sont tendres, brillantes, et qu'elles paraissent être à différentes distances, selon qu'on les rapporte à des objets voisins ou éloignés.

Toutes ces expériences ont été faites sur des couleurs mates avec des morceaux de papier ou d'étoffes colorées : mais elles réussissent encore mieux lorsqu'on les fait sur des couleurs brillantes, comme avec de l'or brillant et poli, au lieu de papier ou d'étoffe jaune ; avec de l'argent brillant, au lieu de papier blanc ; avec du lapis, au lieu de papier bleu, etc. : l'impression de ces couleurs brillantes est plus vive et dure beaucoup plus longtemps.

Tout le monde sait qu'après avoir regardé le soleil, on porte quelquefois pendant longtemps l'image colorée de cet astre sur tous les objets ; la lumière trop vive du soleil produit en un instant ce que la lumière ordinaire des corps ne produit qu'au bout d'une minute ou deux d'application fixe de l'œil sur les couleurs. Ces images colorées du soleil que l'œil ébloui et trop fortement ébranlé porte partout sont des couleurs du même genre que celles que nous venons de décrire ; et l'explication de leurs apparences dépend de la même théorie.

Je n'entreprendrai pas de donner ici les idées qui me sont venues sur ce sujet ; quoique assuré que je sois de mes expériences, je ne suis pas assez certain des conséquences qu'on en doit tirer, pour oser rien hasarder encore sur la théorie de ces couleurs ; et je me contenterai de rapporter d'autres observations qui confirment les expériences précédentes, et qui serviront sans doute à éclairer cette matière.

En regardant fixement et fort longtemps un carré d'un rouge vif sur un fond blanc, on voit d'abord naître la petite couronne de vert tendre, dont j'ai parlé ; ensuite, en continuant à regarder fixement le carré rouge, on voit le milieu du carré se décolorer, et les côtés se charger de couleur, et former comme un cadre d'un rouge plus fort et beaucoup plus foncé que le milieu ; ensuite, en s'éloignant un peu et continuant à regarder toujours fixement, on voit le cadre de rouge foncé se partager en deux dans les quatre côtés, et former une croix d'un rouge aussi foncé : le carré rouge paraît alors comme une fenêtre traversée dans son milieu par une grosse croisée et quatre panneaux blancs ; car le cadre de cette espèce de fenêtre est d'un rouge aussi fort que la croisée. Continuant toujours à regarder avec opiniâtreté, cette apparence change encore, et tout se réduit à un rectangle d'un rouge si foncé, si fort et si vif, qu'il offusque entièrement les yeux. Ce rectangle est de la même hauteur que le carré ; mais il n'a pas la sixième partie de sa largeur : ce point est le dernier degré de fatigue que l'œil peut supporter ; et lorsqu'enfin on détourne l'œil de cet objet, et qu'on le porte sur un autre endroit du fond blanc, on voit, au lieu du carré rouge réel, l'image du rectangle rouge imaginaire, exactement dessinée et d'une couleur verte brillante. Cette impression subsiste fort longtemps, ne se décolore que peu à peu ; elle reste dans l'œil même après l'avoir fermé. Ce que je viens de dire du carré rouge arrive aussi lorsqu'on regarde très-longtemps un carré jaune ou noir, ou de toute autre couleur ; on voit de même le cadre jaune ou noir, la croix et le rectangle ; et l'impression qui reste est un rectangle bleu, si on a regardé du jaune ; un rectangle blanc brillant, si on a regardé un carré noir, etc.

J'ai fait faire les expériences que je viens de rapporter à plusieurs personnes ; elles ont vu comme moi les mêmes couleurs et les mêmes apparences. Un de mes amis m'a assuré, à cette occasion, qu'ayant regardé un jour une éclipse de soleil par un petit trou, il avait porté pendant plus de trois semaines l'image colorée de cet astre sur tous les objets ; que, quand il fixait ses yeux sur du jaune brillant, comme sur une bordure dorée, il voyait une tache pourpre ; et sur du bleu, comme sur un toit d'ardoises, une tache verte. J'ai moi-même souvent regardé le soleil, et j'ai vu les mêmes couleurs : mais, comme je craignais de me faire mal aux yeux en regardant cet astre, j'ai mieux aimé continuer mes expériences sur des étoffes colorées ; et j'ai trouvé qu'en effet ces couleurs accidentelles changent en se mêlant avec les couleurs naturelles, et qu'elles suivent les mêmes règles pour les apparences : car, lorsque la couleur verte accidentelle, produite par le rouge naturel, tombe sur un fond rouge brillant, cette couleur verte devient jaune ; si la couleur accidentelle bleue, produite par le jaune vif, tombe sur un fond jaune, elle devient verte : en sorte que les couleurs qui résultent du mélange de ces couleurs accidentelles avec les couleurs naturelles suivent les mêmes règles et ont les mêmes appa-

rences que les couleurs naturelles dans leur composition et dans leur mélange avec d'autres couleurs naturelles.

Ces observations pourront être de quelque utilité pour la connaissance des incommodités des yeux, qui viennent probablement d'un grand ébranlement causé par l'impression trop vive de la lumière. Une de ces incommodités est de voir toujours devant ses yeux des taches colorées, des cercles blancs ou des points noirs comme des mouches qui voltigent. J'ai oui bien des personnes se plaindre de cette espèce d'incommodité; et j'ai lu dans quelques auteurs de médecine que la goutte sereine est toujours précédée de ces points noirs. Je ne sais pas si leur sentiment est fondé sur l'expérience; car j'ai éprouvé moi-même cette incommodité : j'ai vu des points noirs pendant plus de trois mois en si grande quantité, que j'en étais fort inquiet; j'avais apparemment fatigué mes yeux en faisant et en répétant trop souvent les expériences précédentes, et en regardant quelquefois le soleil; car les points noirs ont paru dans le même temps, et je n'en avais jamais vu de ma vie : mais enfin ils m'incommodaient tellement, surtout lorsque je regardais au grand jour des objets fortement éclairés, que j'étais contraint de détourner les yeux; le jaune surtout m'était insupportable, et j'ai été obligé de changer des rideaux jaunes dans la chambre que j'habitais, et d'en mettre de verts; j'ai évité de regarder toutes les couleurs trop fortes et tous les objets brillants. Peu à peu le nombre des points noirs a diminué, et actuellement je n'en suis plus incommodé. Ce qui m'a convaincu que ces points noirs viennent de la trop forte impression de la lumière, c'est qu'après avoir regardé le soleil, j'ai toujours vu une image colorée que je portais plus ou moins longtemps sur tous les objets, et suivant avec attention les différentes nuances de cette image colorée, j'ai reconnu qu'elle se décolorait peu à peu, et qu'à la fin je ne portais plus sur les objets qu'une tache noire, d'abord assez grande, qui diminuait ensuite peu à peu, et se réduisait enfin à un point noir.

Je vais rapporter à cette occasion un fait qui est assez remarquable, c'est que je n'étais jamais plus incommodé de ces points noirs que quand le ciel était couvert de nuées blanches : ce jour me fatiguait beaucoup plus que la lumière d'un ciel serein, et cela parce qu'en effet la quantité de lumière réfléchie par un ciel couvert de nuées blanches est beaucoup plus grande que la quantité de lumière réfléchie par l'air pur, et qu'à l'exception des objets éclairés immédiatement par les rayons du soleil, tous les autres objets qui sont dans l'ombre, sont beaucoup moins éclairés que ceux qui le sont par la lumière réfléchie d'un ciel couvert de nuées blanches.

Avant que de terminer ce Mémoire, je crois devoir encore annoncer un fait qui paraîtra peut-être extraordinaire, mais qui n'en est pas moins certain, et que je suis fort étonné qu'on n'ait pas observé : c'est que les ombres des corps, qui par leur essence doivent être noires, puisqu'elles ne sont que la privation de la lumière; que les ombres, dis-je, sont toujours colorées au lever et au coucher du soleil. J'ai observé, pendant l'été de l'année 1743, plus de trente aurores et autant de soleils couchants; toutes les ombres qui tombaient sur du blanc, comme sur une muraille blanche, étaient quelquefois vertes, mais le plus souvent bleues, et d'un bleu aussi vif que le plus bel azur. J'ai fait voir ce phénomène à plusieurs personnes, qui ont été aussi surprises que moi. La saison n'y fait rien; car il n'y a pas huit jours (15 novembre 1743) que j'ai vu des ombres bleues : et quiconque voudra se donner la peine de regarder l'ombre de l'un de ses doigts, au lever ou au coucher du soleil, sur un morceau de papier blanc, verra comme moi cette ombre bleue. Je ne sache pas qu'aucun astronome, qu'aucun physicien, que personne, en un mot, ait parlé de ce phénomène, et j'ai cru qu'en faveur de la nouveauté, on me permettrait de donner le précis de cette observation.

Au mois de juillet 1743, comme j'étais occupé de mes couleurs accidentelles, et que je cherchais à voir le soleil, dont l'œil soutient mieux la lumière à son coucher qu'à toute autre heure du jour, pour reconnaître ensuite les couleurs et les changements de couleurs causés par cette impression, je remarquai que les ombres des arbres qui tombaient sur une muraille blanche étaient vertes. J'étais dans un lieu élevé, et le soleil se couchait dans une gorge de montagne, en sorte qu'il me paraissait fort abaissé au-dessous de mon horizon : le ciel était serein, à l'exception du couchant, qui, quoique exempt de nuages, était chargé d'un rideau transparent de vapeurs d'un jaune rougeâtre; le soleil lui-même était fort rouge, et sa grandeur apparente au moins quadruple de ce qu'elle est à midi. Je vis

donc très-distinctement les ombres des arbres qui étaient à vingt et trente pieds de la muraille blanche, colorées d'un vert tendre tirant un peu sur le bleu; l'ombre d'un treillage, qui était à trois pieds de la muraille, était parfaitement dessinée sur cette muraille, comme si on l'avait nouvellement peinte en vert-de-gris. Cette apparence dura près de cinq minutes, après quoi la couleur s'affaiblit avec la lumière du soleil, et ne disparut entièrement qu'avec les ombres. Le lendemain, au lever du soleil, j'allai regarder d'autres ombres sur une muraille blanche; mais, au lieu de les trouver vertes, comme je m'y attendais, je les trouvai bleues, ou plutôt de la couleur de l'indigo le plus vif. Le ciel était serein, et il n'y avait qu'un petit rideau de vapeurs jaunâtres au levant: le soleil se levait sur une colline, en sorte qu'il me paraissait élevé au-dessus de mon horizon. Les ombres bleues ne durèrent que trois minutes, après quoi elles me parurent noires. Le même jour je revis au coucher du soleil les ombres vertes, comme je les avais vues la veille. Six jours se passèrent ensuite sans pouvoir observer les ombres au coucher du soleil, parce qu'il était toujours couvert de nuages. Le septième jour je vis le soleil à son coucher; les ombres n'étaient plus vertes, mais d'un beau bleu d'azur: je remarquai que les vapeurs n'étaient pas fort abondantes, et que le soleil, ayant avancé pendant sept jours, se couchait derrière un rocher qui le faisait disparaître avant qu'il pût s'abaisser au-dessous de mon horizon. Depuis ce temps, j'ai très-souvent observé les ombres, soit au lever, soit au coucher du soleil, et je ne les ai vues que bleues, quelquefois d'un bleu fort vif, d'autres fois d'un bleu pâle, d'un bleu foncé, mais constamment bleues.

Ce Mémoire a été imprimé dans ceux de l'Académie royale des Sciences, *année* 1743. Voici ce que je crois devoir y ajouter aujourd'hui (*année* 1773):

Des observations plus fréquentes m'ont fait reconnaître que les ombres ne paraissent jamais vertes au lever ou au coucher du soleil, que quand l'horizon est chargé de beaucoup de vapeurs rouges; dans tout autre cas les ombres sont toujours bleues, et d'autant plus bleues que le ciel est plus serein. Cette couleur bleue des ombres n'est autre chose que la couleur même de l'air; et je ne sais pourquoi quelques physiciens ont défini l'air *un fluide invisible, inodore, insipide*, puisqu'il est certain que l'azur céleste n'est autre chose que la couleur de l'air; qu'à la vérité il faut une grande épaisseur d'air pour que notre œil s'aperçoive de la couleur de cet élément; mais que néanmoins, lorsqu'on regarde de loin des objets sombres, on les voit toujours plus ou moins bleus. Cette observation, que les physiciens n'avaient pas faite sur les ombres et sur les objets sombres vus de loin, n'avait pas échappé aux habiles peintres, et elle doit en effet servir de base à la couleur des objets lointains, qui tous auront une nuance bleuâtre d'autant plus sensible, qu'ils seront supposés plus éloignés du point de vue.

On pourra me demander comment cette couleur bleue, qui n'est sensible à notre œil que quand il y a une très-grande épaisseur d'air, se marque néanmoins si fortement à quelques pieds de distance au lever et au coucher du soleil; comment il est possible que cette couleur de l'air, qui est à peine sensible à dix mille toises de distance, puisse donner à l'ombre noire d'un treillage, qui n'est éloigné de la muraille blanche que de trois pieds, une couleur du plus beau bleu: c'est en effet de la solution de cette question que dépend l'explication du phénomène. Il est certain que la petite épaisseur d'air, qui n'est que de trois pieds entre le treillage et la muraille, ne peut pas donner à la couleur noire de l'ombre une nuance aussi forte de bleu: si cela était, on verrait à midi et dans tous les autres temps du jour les ombres bleues comme on les voit au lever et au coucher du soleil. Ainsi, cette apparence ne dépend pas uniquement, ni même presque point du tout, de l'épaisseur de l'air entre l'objet et l'ombre. Mais il faut considérer qu'au lever et au coucher du soleil, la lumière de cet astre étant affaiblie à la surface de la terre, autant qu'elle peut l'être par la plus grande obliquité de cet astre, les ombres sont moins denses, c'est-à-dire moins noires dans la même proportion; et qu'en même temps la terre n'étant plus éclairée que par cette faible lumière du soleil, qui ne fait qu'en raser la superficie, la masse de l'air, qui est plus élevée, et qui, par conséquent, reçoit encore la lumière du soleil bien obliquement, nous renvoie cette lumière, et nous éclaire alors autant et peut-être plus que le soleil. Or, cet air pur et bleu ne peut nous éclairer qu'en nous renvoyant une grande quantité de rayons de sa même couleur bleue; et lorsque ces rayons bleus que l'air réfléchit tomberont sur des objets privés de toute autre

couleur, comme les ombres, ils les teindront d'une plus ou moins forte nuance de bleu, selon qu'il y aura moins de lumière directe du soleil, et plus de lumière réfléchie de l'atmosphère. Je pourrais ajouter plusieurs autres choses qui viendraient à l'appui de cette explication, mais je pense que ce que je viens de dire est suffisant pour que les bons esprits l'entendent et en soient satisfaits.

Je crois devoir citer ici quelques faits observés par M. l'abbé Millot, ancien grand vicaire de Lyon, qui a eu la bonté de me les communiquer par ses lettres des 18 août 1754 et 10 février 1755, dont voici l'extrait : « Ce n'est pas seulement au lever et au coucher du soleil que les « ombres se colorent. A midi, le ciel étant couvert de nuages, excepté en quelques endroits « vis-à-vis d'une de ces ouvertures que laissaient entre eux les nuages, j'ai fait tomber « des ombres d'un fort beau bleu sur du papier « blanc, à quelques pas d'une fenêtre. Les nuages s'étant joints, le bleu disparut. J'ajouterai, en passant, que plus d'une fois j'ai vu l'azur du ciel se peindre comme dans un miroir « sur une muraille où la lumière tombait obliquement. Mais voici d'autres observations « plus importantes à mon avis; avant que d'en « faire le détail, je suis obligé de tracer la topographie de ma chambre. Elle est à un troisième étage; la fenêtre près d'un angle au « couchant, la porte presque vis-à-vis. Cette « porte donne dans une galerie, au bout de laquelle, à deux pas de distance, est une fenêtre située au midi. Les jours des deux fenêtres se réunissent, la porte étant ouverte, « contre une des murailles ; et c'est là que j'ai « vu des ombres colorées presque à toute heure, « mais principalement sur les dix heures du « matin. Les rayons du soleil, que la fenêtre de « la galerie reçoit encore obliquement, ne tombent point, par celle de la chambre, sur la muraille dont je viens de parler. Je place à quelques pouces de cette muraille des chaises de « bois à dossier percé. Les ombres en sont alors « de couleurs quelquefois très-vives. J'en ai vu « qui, quoique projetées du même côté, étaient « l'une d'un vert foncé, l'autre d'un bel azur. « Quand la lumière est tellement ménagée, que « les ombres soient également sensibles de part « et d'autre, celle qui est opposée à la fenêtre de « la chambre est ou bleue, ou violette; l'autre, « tantôt verte, tantôt jaunâtre. Celle-ci est accompagnée d'une espèce de pénombre bien « colorée, qui forme comme une double bordure « bleue d'un côté, et de l'autre, verte, ou rouge, « ou jaune, selon l'intensité de la lumière. Que « je ferme les volets de ma fenêtre, les couleurs « de cette pénombre n'en ont souvent que plus « d'éclat; elles disparaissent si je ferme la porte « à moitié. Je dois ajouter que le phénomène « n'est pas à beaucoup près si sensible en hiver. « Ma fenêtre est au couchant d'été : je fis mes « premières expériences dans cette saison, dans « un temps où les rayons du soleil tombaient « obliquement sur la muraille qui fait angle « avec celle où les ombres se coloraient. »

On voit, par ces observations de M. l'abbé Millot, qu'il suffit que la lumière du soleil tombe très-obliquement sur une surface, pour que l'azur du ciel, dont la lumière tombe toujours directement, s'y peigne et colore les ombres. Mais les autres apparences dont il fait mention ne dépendent que de la position des lieux et d'autres circonstances accessoires.

HUITIÈME MÉMOIRE.

EXPÉRIENCES SUR LA PESANTEUR DU FEU ET SUR LA DURÉE DE L'INCANDESCENCE.

Je crois devoir rappeler ici quelques-unes des choses que j'ai dites dans l'introduction qui précède ces Mémoires, afin que ceux qui ne les auraient pas bien présentes puissent néanmoins entendre ce qui fait l'objet de celui-ci. Le feu ne peut guère exister sans lumière et jamais sans chaleur, tandis que la lumière existe souvent sans chaleur sensible, comme la chaleur existe encore plus souvent sans lumière; l'on peut donc considérer la lumière et la chaleur comme deux propriétés du feu, ou plutôt comme les deux seuls effets par lesquels nous le reconnaissons ; mais nous avons montré que ces deux effets ou ces deux propriétés ne sont pas toujours essentiellement liés ensemble; que souvent ils ne sont ni simultanés ni contemporains, puisque dans de certaines circonstances, on sent de la chaleur longtemps avant que la lumière paraisse, et que, dans d'autres circonstances, on voit de la lumière longtemps avant de sentir de la chaleur, et même souvent sans en sentir aucune : et nous avons dit que, pour raisonner juste sur la nature du feu, il fallait auparavant tâcher de reconnaître celle de la lumière et celle

de la chaleur, qui sont les principes réels dont l'élément du feu nous paraît être composé.

Nous avons vu que la lumière est une matière mobile, élastique et pesante, c'est-à-dire susceptible d'attraction, comme toutes les autres matières : on a démontré qu'elle est mobile, et même on a déterminé le degré de sa vitesse immense par le très-petit temps qu'elle emploie à venir des satellites de Jupiter jusqu'à nous. On a reconnu son élasticité, qui est presque infinie, par l'égalité de l'angle de son incidence et de celui de sa réflexion; enfin sa pesanteur, ou, ce qui revient au même, son attraction vers les autres matières, est aussi démontrée par l'inflexion qu'elle souffre toutes les fois qu'elle passe auprès des autres corps. On ne peut donc pas douter que la substance de la lumière ne soit une vraie matière, laquelle, indépendamment de ses qualités propres et particulières, a aussi les propriétés générales et communes à toute autre matière. Il en est de même de la chaleur : c'est une matière qui ne diffère pas beaucoup de celle de la lumière; et ce n'est peut-être que la lumière elle-même qui, quand elle est très-forte ou réunie en grande quantité, change de forme, diminue de vitesse, et, au lieu d'agir sur le sens de la vue, affecte les organes du toucher. On peut donc dire que, relativement à nous, la chaleur n'est que le toucher de la lumière, et qu'en elle-même la chaleur n'est qu'un des effets du feu sur les corps; effet qui se modifie suivant les différentes substances et produit dans toutes une dilatation, c'est-à-dire une séparation de leurs parties constituantes. Et lorsque, par cette dilatation ou séparation, chaque partie se trouve assez éloignée de ses voisines pour être hors de leur sphère d'attraction, les matières solides, qui n'étaient d'abord que dilatées par la chaleur, deviennent fluides, et ne peuvent reprendre leur solidité qu'autant que la chaleur se dissipe, et permet aux parties désunies de se rapprocher et de se joindre d'aussi près qu'auparavant[1].

Ainsi, toute fluidité a la chaleur pour cause, et toute dilatation dans les corps doit être regardée comme une fluidité commençante; or, nous avons trouvé, par l'expérience, que les temps du progrès de la chaleur dans les corps, soit pour l'entrée, soit pour la sortie, sont toujours en raison de leur fluidité ou de leur fusibilité; et il doit s'ensuivre que leurs dilatations respectives doivent être en même raison. Je n'ai pas eu besoin de tenter de nouvelles expériences pour m'assurer de la vérité de cette conséquence générale; M. Musschenbroek en ayant fait de très-exactes sur la dilatation des différents métaux, j'ai comparé ces expériences avec les miennes, et j'ai vu, comme je m'y attendais, que les corps les plus lents à recevoir et perdre la chaleur sont aussi ceux qui se dilatent le moins promptement, et que ceux qui sont les plus prompts à s'échauffer et à se refroidir sont ceux qui se dilatent le plus vite; en sorte qu'à commencer par le fer, qui est le moins fluide de tous les corps, et finir par le mercure, qui est le plus fluide, la dilatation dans toutes ces différentes matières se fait en même raison que le progrès de la chaleur dans ces mêmes matières.

Lorsque je dis que le fer est le plus solide, c'est-à-dire le moins fluide de tous les corps, je n'avance rien que l'expérience ne m'ait jusqu'à présent démontré; cependant il pourrait se faire que la platine, comme je l'ai remarqué ci-devant, étant encore moins fusible que le fer, la dilatation y serait moindre, et le progrès de la chaleur plus lent que dans le fer; mais je n'ai pu avoir de ce minéral qu'en grenaille; et pour faire l'expérience de la fusibilité et la comparer à celle des autres métaux, il faudrait en avoir une masse d'un pouce de diamètre, trouvée dans la mine même : toute la platine que j'ai pu trouver en masse a été fondue par l'addition d'autres matières, et n'est pas assez pure pour qu'on puisse s'en servir à des expériences qu'on ne doit faire que sur des matières pures et simples, et celle que j'ai fait fondre moi-même sans addition était encore en trop petit volume pour pouvoir la comparer exactement.

Ce qui me confirme dans cette idée, que la platine pourrait être l'extrême en *non-fluidité* de toutes les matières connues, c'est la quantité de fer pur qu'elle contient, puisqu'elle est presque toute attirable par l'aimant : ce minéral, comme je l'ai dit, pourrait donc bien n'être qu'une matière ferrugineuse plus condensée et

[1] Je sais que quelques chimistes prétendent que les métaux, rendus fluides par le feu, ont plus de pesanteur spécifique que quand ils sont solides; mais j'ai de la peine à le croire, car il s'ensuivrait que leur état de dilatation où cette pesanteur spécifique est moindre ne serait pas le premier degré de leur état de fusion, ce qui néanmoins paraît indubitable. L'expérience sur laquelle ils fondent leur opinion, c'est que le métal en fusion supporte le même métal solide, et qu'on le voit nager à la surface du métal fondu; mais je pense que cet effet ne vient que de la répulsion causée par la chaleur, et ne doit point être attribuée à la pesanteur spécifique plus grande du métal en fusion; je suis au contraire très-persuadé qu'elle est moindre que celle du métal solide.

spécifiquement plus pesante que le fer ordinaire, intimement unie avec une grande quantité d'or, et par conséquent, étant moins fusible que le fer, recevoir encore plus difficilement la chaleur.

De même, lorsque je dis que le mercure est le plus fluide de tous les corps, je n'entends que les corps sur lesquels on peut faire des expériences exactes; car je n'ignore pas, puisque tout le monde le sait, que l'air ne soit encore beaucoup plus fluide que le mercure; et, en cela même, la loi que j'ai donnée sur le progrès de la chaleur est encore confirmée; car l'air s'échauffe et se refroidit, pour ainsi dire, en un instant; il se condense par le froid, et se dilate par la chaleur plus qu'aucun autre corps, et néanmoins le froid le plus excessif ne le condense pas assez pour lui faire perdre sa fluidité, tandis que le mercure perd la sienne à cent quatre-vingt-sept degrés de froid au-dessous de la congélation de l'eau, et pourrait la perdre à un degré de froid beaucoup moindre, si on le réduisait en vapeur. Il subsiste donc encore un peu de chaleur au-dessous de ce froid excessif de cent quatre-vingt-sept degrés, et par conséquent le degré de la congélation de l'eau, que tous les constructeurs de thermomètres ont regardé comme la limite de la chaleur, et comme un terme où l'on doit la supposer égale à zéro, est au contraire un degré réel de l'échelle de la chaleur; degré où non-seulement la quantité de chaleur subsistante n'est pas nulle, mais où cette quantité de chaleur est très-considérable, puisque c'est à peu près le point milieu entre le degré de la congélation du mercure et celui de la chaleur nécessaire pour fondre le bismuth, qui est de cent quatre-vingt-dix degrés, lequel ne diffère guère de cent quatre-vingt-sept au-dessus du terme de la glace que comme l'autre en diffère au-dessous.

Je regarde donc la chaleur comme une matière réelle qui doit avoir son poids, comme toute autre matière; et j'ai dit en conséquence que, pour reconnaître si le feu a une pesanteur sensible, il faudrait faire l'expérience sur de grandes masses pénétrées de feu, et les peser dans cet état; et qu'on trouverait peut-être une différence assez sensible pour qu'on en pût conclure la pesanteur du feu ou de la chaleur qui m'en paraît être la substance la plus matérielle : la lumière et la chaleur sont les deux éléments matériels du feu; ces deux éléments réunis ne sont que le feu même, et ces deux matières nous affectent chacune sous leur forme propre, c'est-à-dire d'une manière différente. Or, comme il n'existe aucune forme sans matière, il est clair que quelque subtile qu'on suppose la substance de la lumière, de la chaleur ou du feu, elle est sujette, comme toute autre matière, à la loi générale de l'attraction universelle : car, comme nous l'avons dit, quoique la lumière soit douée d'un ressort presque parfait, et que par conséquent ses parties tendent avec une force presque infinie à s'éloigner des corps qui la produisent, nous avons démontré que cette force expansive ne détruit pas celle de la pesanteur; on le voit par l'exemple de l'air, qui est très-élastique, et dont les parties tendent avec force à s'éloigner les unes des autres, qui ne laisse pas d'être pesant. Ainsi, la force par laquelle les parties de l'air ou du feu tendent à s'éloigner, et s'éloignent en effet les unes des autres, ne fait que diminuer la masse, c'est-à-dire la densité de ces matières, et leur pesanteur sera toujours proportionnelle à cette densité. Si donc l'on vient à bout de reconnaître la pesanteur du feu, par l'expérience de la balance, on pourra peut-être quelque jour en déduire la densité de cet élément, et raisonner ensuite sur la pesanteur et l'élasticité du feu avec autant de fondement que sur la pesanteur et l'élasticité de l'air.

J'avoue que cette expérience, qui ne peut être faite qu'en grand, paraît d'abord assez difficile, parce qu'une forte balance, et telle qu'il la faudrait pour supposer plusieurs milliers, ne pourrait être assez sensible pour indiquer une petite différence qui ne serait que de quelques gros. Il y a ici, comme en tout, un *maximum* de précision, qui probablement ne se trouve ni dans la plus petite ni dans la plus grande balance possible. Par exemple, je crois que, si dans une balance avec laquelle on peut peser une livre l'on arrive à un point de précision d'un douzième de grain, il n'est pas sûr qu'on pût faire une balance pour peser dix milliers, qui pencherait aussi sensiblement pour une once trois gros quarante et un grains, ce qui est la différence proportionnelle de un à dix mille; ou qu'au contraire, si cette grosse balance indiquait clairement cette différence, la petite balance n'indiquerait pas également bien celle d'un douzième de grain; et que par conséquent nous ignorons quelle doit être pour un poids donné la balance la plus exacte.

Les personnes qui s'occupent de physique ex-

périmentale devraient faire la recherche de ce problème, dont la solution, qu'on ne peut obtenir que par l'expérience, donnerait le *maximum* de précision de toutes les balances. L'un des plus grands moyens d'avancer les sciences, c'est d'en perfectionner les instruments. Nos balances le sont assez pour peser l'air : avec un degré de perfection de plus, ou viendrait à bout de peser le feu et même la chaleur.

Les boulets rouges de quatre pouces et demi et de cinq pouces de diamètre, que j'avais laissés refroidir dans ma balance, avaient perdu sept, huit et dix grains chacun en se refroidissant; mais plusieurs raisons m'ont empêché de regarder cette petite diminution comme la quantité réelle du poids de la chaleur; car 1° le fer, comme on l'a vu par le résultat de mes expériences, est une matière que le feu dévore, puisqu'il la rend spécifiquement plus légère : ainsi, l'on peut attribuer cette diminution de poids à l'évaporation des parties du fer enlevées par le feu. 2° Le fer jette des étincelles en grande quantité lorsqu'il est rougi à blanc, il en jette encore quelques-unes lorsqu'il n'est que rouge, et ces étincelles sont des parties de matières dont il faut défalquer le poids de celui de la diminution totale; et, comme il n'est pas possible de recueillir toutes ces étincelles, ni d'en connaître le poids, il n'est pas possible non plus de savoir combien cette perte diminue la pesanteur des boulets. 3° Je me suis aperçu que le fer demeure rouge et jette de petites étincelles bien plus longtemps qu'on ne l'imagine; car, quoiqu'au grand jour il perde sa lumière et paraisse noir au bout de quelques minutes, si on le transporte dans un lieu obscur, on le voit lumineux, et on aperçoit les petites étincelles qu'il continue de lancer pendant quelques autres minutes. 4° Enfin, les expériences sur les boulets me laissaient quelque scrupule, parce que la balance dont je me servais alors, quoique bonne, ne me paraissait pas assez précise pour saisir au juste le poids réel d'une matière aussi légère que le feu. Ayant donc fait construire une balance capable de porter aisément cinquante livres de chaque côté, à l'exécution de laquelle M. Le Roy, de l'Académie des Sciences, a bien voulu, à ma prière, donner toute l'attention nécessaire, j'ai eu la satisfaction de reconnaître à peu près la pesanteur relative du feu. Cette balance, chargée de cinquante livres de chaque côté, penchait assez sensiblement par l'addition de vingt-quatre grains; et chargée de vingt-cinq livres, elle penchait par l'addition de huit grains seulement.

Pour rendre cette balance plus ou moins sensible, M. Le Roy a fait visser sur l'aiguille une masse de plomb, qui, s'élevant et s'abaissant, change le centre de gravité; de sorte qu'on peut augmenter de près de moitié la sensibilité de la balance. Mais, par le grand nombre d'expériences que j'ai faites de cette balance et de quelques autres, j'ai reconnu qu'en général plus une balance est sensible et moins elle est sage : les caprices, tant au physique qu'au moral, semblent être des attributs inséparables de la grande sensibilité. Les balances très-sensibles sont si capricieuses, qu'elles ne parlent jamais de la même façon : aujourd'hui elle vous indiquent le poids à un millième près, et demain elles ne le donnent qu'à une moitié, c'est-à-dire à un cinq-centième près, au lieu d'un millième. Une balance moins sensible est plus constante, plus fidèle; et, tout considéré, il vaut mieux, pour l'usage froid qu'on fait d'une balance, la choisir sage que de la prendre ou la rendre trop sensible.

Pour peser exactement des masses pénétrées de feu, j'ai commencé par faire garnir de tôle les bassins de cuivre et les chaînes de la balance, afin de ne les pas endommager; et, après en avoir bien établi l'équilibre à son moindre degré de sensibilité, j'ai fait porter, sur l'un des bassins, une masse de fer rougi à blanc, qui provenait de la seconde chaude qu'on donne à l'affinerie, après avoir battu au marteau la loupe qu'on appelle *renard :* je fais cette remarque, parce que mon fer, dès cette seconde chaude, ne donne presque plus de flamme, et ne paraît pas se consumer comme il se consume et brûle à la première chaude, et que, quoiqu'il soit blanc de feu, il ne jette qu'un petit nombre d'étincelles avant d'être mis sous le marteau.

I. Une masse de fer rougi à blanc s'est trouvée peser précisément quarante-neuf livres neuf onces; l'ayant enlevée doucement du bassin de la balance et posée sur une pièce d'autre fer, où on la laissait refroidir sans la toucher, elle s'est trouvée, après son refroidissement au degré de la température de l'air, qui était alors celui de la congélation, ne peser que quarante-neuf livres sept onces juste: ainsi elle a perdu deux onces pendant son refroidissement. On observera qu'elle

ne jetait aucune étincelle, aucune vapeur assez sensible pour ne devoir pas être regardée comme la pure émanation du feu. Ainsi, l'on pourrait croire que la quantité de feu contenue dans cette masse de quarante-neuf livres neuf onces étant de deux onces, elle formait environ $\frac{1}{396}$ ou $\frac{1}{397}$ du poids de la masse totale. On a remis ensuite cette masse refroidie au feu de l'affinerie; et, l'ayant fait chauffer à blanc comme la première fois et porter au marteau, elle s'est trouvée, après avoir été maliéée et refroidie, ne peser que quarante-sept livres douze onces trois gros : ainsi le déchet de cette chaude, tant au feu qu'au marteau, était d'une livre dix onces cinq gros; et ayant fait donner une seconde et une troisième chaude à cette pièce pour achever la barre, elle ne pesait plus que quarante-trois livres sept onces sept gros; ainsi, son déchet total, tant par l'évaporation du feu, que par la purification du fer à l'affinerie et sous le marteau, s'est trouvé de six livres une once un gros sur quarante-neuf livres neuf onces; ce qui ne va pas tout à fait au huitième.

Une seconde pièce de fer, prise de même au sortir de l'affinerie à la première chaude et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de trente-huit livres quinze onces cinq gros trente-six grains; et ensuite, pesée froide, de trente-huit livres quatorze onces trente-six grains : ainsi, elle a perdu une once cinq gros en se refroidissant; ce qui fait environ $\frac{1}{384}$ du poids total de sa masse.

Une troisième pièce de fer, prise de même au sortir du feu de l'affinerie après la première chaude, et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de quarante-cinq livres douze onces six gros, et, pesée froide, de quarante-cinq livres onze onces deux gros : ainsi elle a perdu une once quatre gros en se refroidissant; ce qui fait environ $\frac{1}{489}$ de son poids total.

Une quatrième pièce de fer, prise de même après la première chaude, et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de quarante-huit livres onze onces six gros, et, pesée après son refroidissement, de quarante-huit livres dix onces juste : ainsi elle a perdu en se refroidissant quatorze gros, ce qui fait environ $\frac{1}{447}$ du poids de sa masse totale.

Enfin, une cinquième pièce de fer, prise de même après la première chaude, et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de quarante-neuf livres onze onces, et, pesée après son refroidissement, de quarante-neuf livres neuf onces un gros : ainsi elle a perdu en se refroidissant quinze gros, ce qui fait $\frac{1}{423}$ du poids total de sa masse.

En réunissant les résultats des cinq expériences pour en prendre la mesure commune, on peut assurer que le fer chauffé à blanc, et qui n'a reçu que deux volées de coups de marteau, perd en se refroidissant $\frac{1}{425}$ de sa masse.

II. Une pièce de fer qui avait reçu quatre volées de coups de marteau, et par conséquent toutes les chaudes nécessaires pour être entièrement et parfaitement forgée, et qui pesait quatorze livres quatre gros, ayant été chauffée à blanc, ne pesait plus que treize livres douze onces dans cet état d'incandescence, et treize livres onze onces quatre gros après son entier refroidissement. D'où l'on peut conclure que la quantité de feu dont cette pièce de fer était pénétrée faisait $\frac{1}{440}$ de son poids total.

Une seconde pièce de fer, entièrement forgée et de même qualité que la précédente, pesait froide treize livres sept onces six gros; chauffée à blanc, treize livres six onces sept gros; et refroidie, treize livres six onces trois gros; ce qui donne $\frac{1}{430}$ à très-peu près dont elle a diminué en se refroidissant.

Une troisième pièce de fer, forgée de même que les précédentes, pesait froide treize livres un gros, et chauffée au dernier degré, en sorte qu'elle était non-seulement blanche, mais bouillonnante et pétillante de feu, s'est trouvée peser douze livres neuf onces sept gros dans cet état d'incandescence; et refroidie à la température actuelle, qui était de seize degrés au-dessus de la congélation, elle ne pesait plus que douze livres neufonces trois gros; ce qui donne $\frac{1}{404}$ à très-peu près pour la quantité qu'elle a perdue en se refroidissant.

Prenant le terme moyen des résultats de ces trois expériences, on peut assurer que le fer parfaitement forgé et de la meilleure qualité, chauffé à blanc, perd en se refroidissant environ $\frac{1}{428}$ de sa masse.

III. Un morceau de fer en gueuse, pesé très-rouge, environ vingt-minutes après sa coulée, s'est trouvé du poids de trente-trois livres dix onces; et, lorsqu'il a été refroidi, il ne pesait plus que trente-trois livres neuf onces : ainsi il a perdu une once, c'est-à-dire $\frac{1}{538}$ de son poids ou masse totale en se refroidissant.

Un second morceau de foute, pris de même

très-rouge, pesait vingt-deux livres huit onces trois gros ; et, lorsqu'il a été refroidi, il ne pesait plus que vingt-deux livres sept onces cinq gros ; ce qui donne $\frac{1}{486}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Un troisième morceau de fonte, qui pesait chaud seize livres six onces trois gros et demi, ne pesait que seize livres cinq onces sept gros et demi lorsqu'il fut refroidi ; ce qui donne $\frac{1}{528}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Prenant le terme moyen des résultats de ces trois expériences sur la foute pesée chaude couleur de cerise, on peut assurer qu'elle perd en se refroidissant environ $\frac{1}{573}$ de sa masse ; ce qui fait une moindre diminution que celle du fer forgé ; mais la raison en est que le fer forgé a été chauffé à blanc dans toutes nos expériences, au lieu que la fonte n'était que d'un rouge couleur de cerise lorsqu'on l'a pesée, et que par conséquent elle n'était pas pénétrée d'autant de feu que le fer ; car on observera qu'on ne peut chauffer à blanc la fonte de fer sans l'enflammer et la brûler en partie, en sorte que je me suis déterminé à la faire peser seulement rouge, et au moment où elle vient de prendre sa consistance dans le moule, au sortir du fourneau de fusion.

IV. On a pris sur la dame du fourneau des morceaux du laitier le plus pur, et qui formait du très-beau verre de couleur verdâtre.

Le premier morceau pesait chaud six livres quatorze onces deux gros et demi ; et, refroidi, il ne pesait que six livres quatorze onces un gros ; ce qui donne $\frac{1}{583}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Un second morceau de laitier, semblable au précédent, a pesé chaud cinq livres huit onces six gros et quart ; et, refroidi, cinq livres huit onces cinq gros ; ce qui donne $\frac{1}{584}$ pour la quantité dont il a diminué en se refroidissant.

Un troisième morceau pris de même sur la dame du fourneau, mais un peu moins ardent que le précédent, a pesé chaud quatre livres sept onces quatre gros et demi, et, refroidi, quatre livres sept onces trois gros et demi ; ce qui donne $\frac{1}{572}$ pour la quantité dont il a diminué en se refroidissant.

Un quatrième morceau de laitier, qui était de verre solide et pur, et qui pesait froid deux livres quatorze onces un gros, ayant été chauffé jusqu'au rouge couleur de feu, s'est trouvé peser deux livres quatorze onces un gros deux tiers ; ensuite, après son refroidissement, il a pesé, comme avant d'avoir été chauffé, deux livres quatorze onces un gros juste, ce qui donne $\frac{1}{583}$ pour le poids de la quantité de feu dont il était pénétré.

Prenant le terme des résultats de ces quatre expériences sur le verre pesé chaud couleur de feu, on peut assurer qu'il perd en se refroidissant $\frac{1}{570}$; ce qui me paraît être le vrai poids du feu, relativement au poids total des matières qui en sont pénétrées : car ce verre ou laitier ne se brûle ni ne se consume au feu ; il ne perd rien de son poids, et se trouve seulement peser $\frac{1}{570}$ de plus lorsqu'il est pénétré de feu.

V. J'ai tenté plusieurs expériences semblables sur le grès ; mais elles n'out pas si bien réussi. La plupart des espèces de grès s'égrenant au feu, on ne peut les chauffer qu'à demi, et ceux qui sont assez durs et d'une assez bonne qualité pour supporter, sans s'égrener, un feu violent, se couvrent d'émail ; il y a d'ailleurs dans presque tous des espèces de clous noirs et ferrugineux qui brûlent dans l'opération. Le seul fait certain que j'ai pu tirer de sept expériences sur différents morceaux de grès dur, c'est qu'il ne gagne rien au feu, et qu'il n'y perd que très-peu. J'avais déjà trouvé la même chose par les expériences rapportées dans le premier Mémoire.

De toutes ces expériences, je crois qu'on doit conclure :

1° Que le feu a, comme toute autre matière, une pesanteur réelle, dont on peut connaître le rapport à la balance dans les substances qui, comme le verre, ne peuvent être altérées par son action, et dans lesquelles il ne fait, pour ainsi dire, que passer, sans y rien laisser et sans en rien enlever.

2° Que la quantité du feu nécessaire pour rougir une masse quelconque, et lui donner sa couleur et sa chaleur, pèse $\frac{1}{570}$, ou, si l'on veut, une six-centième partie de cette masse ; en sorte que, si elle pèse froide six cents livres, elle pèsera chaude six cent une livres lorsqu'elle sera rouge couleur de feu.

3° Que dans les matières qui, comme le fer, sont susceptibles d'un plus grand degré de feu et peuvent être chauffées à blanc sans se fondre, la quantité de feu dont elles sont alors pénétrées est environ d'un sixième plus grande ; en sorte que, sur cinq cents livres de fer, il se

tronve une livre de feu. Nous avons même trouvé plus par les expériences précédentes, puisque leur résultat commuu donne $\frac{1}{425}$; mais il faut observer que le fer, ainsi que toutes les substances métalliques, se consume un peu en se refroidissant, et qu'il diminue tontes les fois qu'on y applique le feu : cette différence entre $\frac{1}{500}$ et $\frac{1}{425}$ provient donc de cette diminution : le fer, qui perd une quantité très-sensible dans le feu, coutinue à perdre un peu tant qu'il en est pénétré, et par conséquent sa masse totale se trouve plus diminuée que celle du verre, que le feu ne peut consumer, ni brûler, ni volatiliser.

Je viens de dire qu'il en est de toutes les substances métalliques comme du fer, c'est-à-dire que toutes perdent quelque chose par la loogue ou la violente action du feu, et je puis le prouver par des expériences incontestables sur l'or et sur l'argent, qui, de tous les métaux, sont les plus fixes et les moins sujets à être altérés par le feu. J'ai exposé au foyer du miroir ardent des plaques d'argent pur, et des morceaux d'or aussi pur; je les ai vus fumer abondamment et pendant un très-long temps : il n'est donc pas douteux que ces métaux ne perdent quelque chose de leur substance par l'application du feu; et j'ai été informé depuis que cette matière qui s'échappe de ces métaux et s'élève en fumée n'est autre chose que le métal même volatilisé, puisqu'on peut dorer ou argenter à cette fumée métallique les corps qui la reçoivent.

Le feu, surtout appliqué longtemps, volatilise donc peu à peu ces métaux, qu'il semble ne pouvoir ni brûler ni détruire d'aucune autre manière; et, en les volatilisant, il n'en change pas la nature, puisque cette fumée qui s'en échappe est encore du métal qui conserve toutes ses propriétés. Or, il ne faut pas un feu bien violent pour produire cette fumée métallique; elle paraît à un degré de chaleur au-dessous de celui qui est nécessaire pour la fusion de ces métaux. C'est de cette même manière que l'or et l'argent se sont sublimés dans le sein de la terre : ils ont d'abord été fondus par la chaleur excessive du premier état du globe, où tout était en liquéfaction; et ensuite la chaleur moins forte, mais constante, de l'intérieur de la terre les a volatilisés, et a poussé ces fumées métalliques jusqu'au sommet des plus hautes montagnes, où elles se sont accumulées en grains, ou attachées en vapeurs aux sables et aux autres matières dans lesquelles on les trouve aujourd'hui. Les paillettes d'or que l'eau roule avec les sables tirent lenr origine soit des masses d'or fondues par le feu primitif, soit des surfaces dorées par cette sublimation, desquelles l'action de l'air et de l'eau les détache et les sépare.

Mais revenons à l'objet immédiat de nos expériences. Il me paraît qu'elles ne laissent aucun doute sur la pesanteur réelle du feu, et qu'on peut assurer, en conséquence de leurs résultats, que toute matière solide pénétrée de cet élément, autant qu'elle peut l'être par l'application que nous savons en faire, est au moins d'une six-centième partie plus pesante que dans l'état de la température actuelle, et qu'il faut une livre de matière ignée pour donner à six cents livres de toute autre matière l'état d'incandescence jusqu'au rouge couleur de feu, et environ une livre sur cinq cents pour que l'incandesceuce soit jusqu'au blanc ou jusqu'à la fusion; en sorte que le fer, chauffé à blanc, ou le verre en fusion, contiennent dans cet état $\frac{1}{500}$ de matière ignée, dont lenr propre substance est pénétrée.

Mais cette grande vérité, qui paraîtra nouvelle aux physiciens, et de laquelle on pourra tirer des conséquences utiles, ne nous apprend pas encore ce qu'il serait cependant le plus important de savoir : je veux dire le rapport de la pesanteur du feu à la pesanteur de l'air, ou de la matière ignée à celle des autres matières. Cette recherche suppose de nouvelles découvertes auxquelles je ne suis pas parvenu, et dont je n'ai donné que quelques indications dans mon Traité des Éléments. Car, quoique nous sachions, par mes expériences, qu'il faut une cinq-centième partie de la matière ignée pour donner à toute autre matière l'état de la plus forte incandescence, nous ne savons pas à quel point cette matière ignée y est condensée, comprimée, ni même accumulée, parce que nous n'avons jamais pu la saisir dans un état constant pour la peser ou la mesurer; en sorte que nous n'avons point d'unité à laquelle nous puissions rapporter la mesure de l'état d'incandescence. Tout ce que j'ai donc pu faire à la suite de mes expériences, c'est de rechercher combien il fallait consommer de matière combustible pour faire entrer dans une masse de matière solide cette quantité de matière ignée qui est la cinq-centième partie de la masse en incandescence, et

j'ai trouvé, par des essais réitérés, qu'il fallait brûler trois cents livres de charbon au vent de deux soufflets de dix pieds de longueur, pour chauffer à blanc une pièce de fonte de fer de cinq cents livres pesant. Mais, comment mesurer, ni même estimer à peu près, la quantité totale de feu produite par ces trois cents livres de matière combustible? Comment pouvoir comparer la quantité de feu qui se perd dans les airs, avec celle qui s'attache à la pièce de fer, et qui pénètre dans toutes les parties de sa substance? Il faudrait pour cela bien d'autres expériences, ou plutôt il faut un art nouveau dans lequel je n'ai pu faire que les premiers pas.

VI. J'ai fait quelques expériences pour reconnaître combien il faut de temps aux matières qui sont en fusion pour prendre leur consistance, et passer de l'état de fluidité à celui de la solidité; combien de temps il faut pour que sa surface prenne sa consistance; combien il en faut de plus pour produire cette même consistance à l'intérieur, et savoir par conséquent combien le centre d'un globe dont la surface serait consistante, et même refroidie à un certain point, pourrait néanmoins être de temps dans l'état de liquéfaction. Voici ces expériences :

SUR LE FER.

N° 1. Le 29 juillet, à cinq heures quarante-trois minutes, moment auquel la fonte de fer a cessé de couler, on a observé que la gueuse a pris de la consistance sur sa face supérieure en trois minutes à sa tête, c'est-à-dire à la partie la plus éloignée du fourneau, et en cinq minutes à sa queue, c'est-à-dire à la partie la plus voisine du fourneau : l'ayant alors fait soulever du moule et casser en cinq endroits, on n'a vu aucune marque de fusibilité intérieure dans les quatre premiers morceaux; seulement, dans le morceau cassé le plus près du fourneau, la matière s'est trouvée intérieurement molle, et quelques parties se sont attachées au bout d'un petit ringard, à cinq heures cinquante-cinq minutes, c'est-à-dire douze minutes après la fin de la coulée : on a conservé ce morceau numéroté ainsi que les suivants.

N° 2. Le lendemain, 30 juillet, on a coulé une autre gueuse à huit heures une minute, et à huit heures quatre minutes, c'est-à-dire trois minutes après, la surface de sa tête était consolidée; et, en ayant fait casser deux morceaux, il est sorti de leur intérieur une petite quantité de fonte coulante; à huit heures sept minutes, il y avait encore dans l'intérieur des marques évidentes de fusion, en sorte que la surface a pris consistance en trois minutes, et l'intérieur ne l'avait pas encore prise en six minutes.

N° 3. Le 31 juillet, la gueuse a cessé de couler à midi trente-cinq minutes; sa surface, dans la partie du milieu, avait pris sa consistance à trente-neuf minutes, c'est-à-dire en quatre minutes; et, l'ayant cassée dans cet endroit à midi quarante-quatre minutes, il s'en est écoulé une grande quantité de fonte encore en fusion. On avait remarqué que la fonte de cette gueuse était plus liquide que celle du numéro précédent, et on a conservé un morceau cassé dans lequel l'écoulement de la matière intérieure a laissé une cavité profonde de vingt-six pouces dans l'intérieur de la gueuse. Ainsi, la surface ayant pris en quatre minutes sa consistance solide, l'intérieur était encore en grande liquéfaction après huit minutes et demie.

N° 4. Le 2 août, à quatre heures quarante-sept minutes, la gueuse qu'on a coulée s'est trouvée d'une fonte très-épaisse, aussi sa surface dans le milieu a pris sa consistance en trois minutes; et une minute et demie après, lorsqu'on l'a cassée, toute la fonte de l'intérieur s'est écoulée, et n'a laissé qu'un tuyau de six lignes d'épaisseur sous la face supérieure, et d'un pouce environ d'épaisseur aux autres faces.

N° 5. Le 3 août, dans une gueuse de fonte très-liquide, on a cassé trois morceaux d'environ deux pieds et demi de long, à commencer du côté de la tête de la gueuse, c'est-à-dire dans la partie la plus froide du moule et la plus éloignée du fourneau, et l'on a reconnu, comme il était naturel de s'y attendre, que la partie intérieure de la gueuse était moins consistante à mesure qu'on approchait du fourneau, et que la cavité intérieure, produite par l'écoulement de la fonte encore liquide, était à peu près en raison inverse de la distance au fourneau. Deux causes évidentes concourent à produire cet effet : le moule de la gueuse, formé par les sables, est d'autant plus échauffé qu'il est plus près du fourneau, et, en second lieu, il reçoit d'autant plus de chaleur, qu'il y passe une plus grande quantité de fonte. Or, la totalité de la fonte qui constitue la gueuse, passe dans la partie du moule où se forme sa queue, auprès de l'ouverture de la coulée, tandis que la tête de la gueuse n'est formée que de l'excédant qui a parcouru

le moule entier, et s'est déjà refroidi avant d'arriver dans cette partie la plus éloignée du fourneau, la plus froide de toutes, et qui n'est échauffée que par la seule matière qu'elle contient. Aussi, des trois morceaux pris à la tête de cette gueuse, la surface du premier, c'est-à-dire du plus éloigné du fourneau, a pris sa consistance en une minute et demie; mais tout l'intérieur a coulé au bout de trois minutes et demie. La surface du second a de même pris sa consistance en une minute et demie, et l'intérieur coulait de même au bout de trois minutes et demie. Enfin, la surface du troisième morceau, qui était le plus loin de la tête, et qui approchait du milieu de la gueuse, a pris sa consistance en une minute trois quarts, et l'intérieur coulait encore très-abondamment au bout de quatre minutes.

Je dois observer que toutes ces gueuses étaient triangulaires, et que leur face supérieure, qui était la plus grande, avait environ six pouces et demi de largeur. Cette face supérieure, qui est exposée à l'action de l'air, se consolide néanmoins plus lentement que les deux faces qui sont dans le sillon où la matière a coulé : l'humidité des sables, qui forment cette espèce de moule, refroidit et consolide la fonte plus promptement que l'air; car, dans tous les morceaux que j'ai fait casser, les cavités formées par l'écoulement de la fonte encore liquide étaient bien plus voisines de la face supérieure que des deux autres faces.

Ayant examiné tous ces morceaux après leur refroidissement, j'ai trouvé : 1° que les morceaux du n° 4 ne s'étaient consolidés que de six lignes d'épaisseur sous la face supérieure; 2° que ceux du n° 5 se sont consolidés de neuf lignes d'épaisseur sous cette même face supérieure; 3° que les morceaux du n° 2 s'étaient consolidés d'un pouce d'épaisseur sous cette même face; 4° que les morceaux du n° 3 s'étaient consolidés d'un pouce et demi d'épaisseur sous la face; et enfin que les morceaux du n° 1 s'étaient consolidés jusqu'à deux pouces trois lignes sous cette même face supérieure.

Les épaisseurs consolidées sont donc six, neuf, douze, dix-huit, vingt-sept lignes; et les temps employés à cette consolidation sont une et demie, deux ou deux et demie, trois, quatre et demie, sept minutes; ce qui fait à très-peu près le quart numérique des épaisseurs. Ainsi les temps nécessaires pour consolider le métal fluide sont précisément en même raison que celle de leur épaisseur. En sorte que si nous supposons un globe isolé de toutes parts, dont la surface aura pris sa consistance en un temps donné, par exemple, en trois minutes, il faudra une minute et demie de plus pour le consolider à six lignes de profondeur, deux minutes un quart pour le consolider à neuf lignes, trois minutes pour le consolider à douze lignes, quatre minutes pour le consolider à dix-huit lignes, et sept minutes pour le consolider à vingt-sept ou vingt-huit lignes de profondeur; et par conséquent trente-six minutes pour le consolider à dix pieds de profondeur, etc.

SUR LE VERRE.

Ayant fait couler du laitier dans des moules très-voisins du fourneau, à environ deux pieds de l'ouverture de la coulée, j'ai reconnu, par plusieurs essais, que la surface de ces morceaux de laitier prend sa consistance en moins de temps que la fonte de fer, et que l'intérieur se consolidait aussi beaucoup plus vite; mais je n'ai pu déterminer, comme je l'ai fait sur le fer, les temps nécessaires pour consolider l'intérieur du verre à différentes épaisseurs; je ne sais même si l'on en viendrait à bout, dans un fourneau de verrerie où l'on aurait le verre en masses fort épaisses : tout ce que je puis assurer, c'est que la consolidation du verre, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, est à peu près une fois plus prompte que celle de la fonte du fer. Et, en même temps que le premier coup de l'air condense la surface du verre liquide et lui donne une sorte de consistance solide, il la divise et la fêle en une infinité de petites parties, en sorte que le verre saisi par l'air frais ne prend pas une solidité réelle, et qu'il se brise au moindre choc; au lieu qu'en le laissant recuire dans un four très-chaud, il acquiert peu à peu la solidité que nous lui connaissons. Il paraît donc bien difficile de déterminer, par l'expérience, les rapports du temps qu'il faut pour consolider le verre à différentes épaisseurs au-dessous de sa surface. Je crois seulement qu'on peut, sans se tromper, prendre le même rapport pour la consolidation que celui du refroidissement du verre au refroidissement du fer, lequel rapport est de cent trente-deux à deux cent trente-six par les expériences du second Mémoire (Voy. *page* 567 de ce volume).

VII. Ayant déterminé, par les expériences précédentes, les temps nécessaires pour la conso-

lidation du fer en fusion, tant à sa surface qu'aux différentes profondeurs de son intérieur, j'ai cherché à reconnaître, par des observations exactes, quelle était la durée de l'incandescence dans cette même matière.

1. Un renard, c'est-à-dire une loupe détachée de la gueuse par le feu de la chaufferie, et prête à être portée sous le marteau, a été mise dans un lieu dont l'obscurité était égale à celle de la nuit quand le ciel est couvert; cette loupe, qui était fort enflammée, n'a cessé de donner de la flamme qu'au bout de vingt-quatre minutes; d'abord la flamme était blanche, ensuite ronge et bleuâtre sur la fin : elle ne paraissait plus alors qu'à la partie inférieure de la loupe qui touchait la terre, et ne se montrait que par ondulations ou par reprises, comme celles d'une chandelle qui s'éteint. Ainsi la première incandescence, accompagnée de flamme, a duré vingt-quatre minutes; ensuite la loupe, qui était encore bien rouge, a perdu cette couleur peu à peu, et a cessé de paraître rouge au bout de soixante-quatorze minutes, non compris les vingt-quatre premières, ce qui fait en tout quatre-vingt-dix-huit minutes; mais il n'y avait que les surfaces supérieures et latérales qui avaient absolument perdu leur couleur rouge; la surface inférieure qui touchait à la terre l'était encore aussi bien que l'intérieur de la loupe. Je commençai alors, c'est-à-dire au bout de quatre-vingt-dix-huit minutes, à laisser tomber quelques grains de poudre à tirer sur la surface supérieure; ils s'enflammèrent avec explosion. On continuait de jeter de temps en temps de la poudre sur la loupe, et ce ne fut qu'au bout de quarante-deux minutes de plus qu'elle cessa de faire explosion; à quarante-trois, quarante-quatre et quatre-cinq minutes la poudre se fondait et fusait sans explosion, en donnant seulement une petite flamme bleue. De là, je crus devoir conclure que l'incandescence à l'intérieur de la loupe n'avait fini qu'alors, c'est-à-dire quarante-deux minutes après celle de la surface, et qu'en tout elle avait duré cent quarante minutes.

Cette loupe était de figure à peu près ovale et aplatie sur deux faces parallèles; son grand diamètre était de treize pouces, et le petit de huit pouces; elle avait aussi, à très-peu près, huit pouces d'épaisseur partout, et elle pesait quatre-vingt-onze livres quatre onces après avoir été refroidie.

2. Un autre renard, mais plus petit que le premier, tout aussi blanc de flamme et pétillant de feu, au lieu d'être porté sous le marteau, a été mis dans le même lieu obscur, où il n'a cessé de donner de la flamme qu'au bout de vingt-deux minutes; ensuite il n'a perdu sa couleur rouge qu'après quarante-trois minutes; ce qui fait soixante-cinq minutes pour la durée des deux états d'incandescence à la surface, sur laquelle ayant ensuite jeté des grains de poudre, ils n'ont cessé de s'enflammer avec explosion qu'au bout de quarante minutes; ce qui fait en tout cent cinq minutes pour la durée de l'incandescence, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Cette loupe était à peu près circulaire, sur neuf pouces de diamètre, et elle avait environ six pouces d'épaisseur partout; elle s'est trouvée du poids de cinquante-quatre livres après son refroidissement.

J'ai observé que la flamme et la couleur rouge suivent la même marche dans leur dégradation; elles commencent par disparaître à la surface supérieure de la loupe, tandis qu'elles durent encore aux surfaces latérales, et continuent de paraître assez longtemps autour de la surface inférieure, qui, étant constamment appliquée sur la terre, se refroidit plus lentement que les autres surfaces qui sont exposées à l'air.

3. Un troisième renard, tiré du feu très-blanc, brûlant et pétillant d'étincelles et de flamme, ayant été porté dans cet état sous le marteau, n'a conservé cette incandescence enflammée que six minutes; les coups précipités dont il a été frappé pendant ces six minutes, ayant comprimé la matière, en ont en même temps réprimé la flamme, qui aurait subsisté plus longtemps sans cette opération, par laquelle on en a fait une pièce de fer de douze pouces et demi de longueur, sur quatre pouces en carré, qui s'est trouvée peser quarante-huit livres quatre onces après avoir été refroidie. Mais ayant mis auparavant cette pièce encore toute rouge dans le même lieu obscur, elle n'a cessé de paraître rouge à sa surface qu'au bout de quarante-six minutes, y compris les six premières. Ayant ensuite fait l'épreuve avec la poudre à tirer, qui n'a cessé de s'enflammer avec explosion que vingt-six minutes après les quarante-six, il en résulte que l'incandescence intérieure et totale a duré soixante-douze minutes.

En comparant ensemble ces trois expériences, on peut conclure que la durée de l'incandescence totale est, comme celle de la prise de consistance, proportionnelle à l'épaisseur de la matière. Car

la première loupe, qui avait huit pouces d'épaisseur, a conservé son incandescence pendant cent quarante minutes; la seconde, qui avait six pouces d'épaisseur, l'a conservée pendant cent cinq minutes; et la troisième, qui n'avait que quatre pouces, ne l'a conservée que pendant soixante-douze minutes. Or, 105 : 140 :: 6 : 8, et de même 72 : 140 à peu près :: 4 : 8, en sorte qu'il paraît y avoir même rapport entre les temps qu'entre les épaisseurs.

4. Pour m'assurer encore mieux de ce fait important, j'ai cru devoir répéter l'expérience sur une loupe, prise comme la précédente, au sortir de la chaufferie. On l'a portée tout enflammée sous le marteau; la flamme a cessé au bout de six minutes, et, dans ce moment, on a cessé de la battre; on l'a mise tout de suite dans le même lieu obscur; le rouge n'a cessé qu'au bout de trente-neuf minutes, ce qui donne quarante-cinq minutes pour les deux états d'incandescence à la surface; ensuite la poudre n'a cessé de s'enflammer avec explosion qu'au bout de vingt-huit minutes; ainsi, l'incandescence intérieure et totale a duré soixante-treize minutes. Or cette pièce avait, comme la précédente, quatre pouces juste d'épaisseur, sur deux faces en carré, et dix pouces un quart de longueur; elle pesait trente-neuf livres quatre onces après avoir été refroidie.

Cette dernière expérience s'accorde si parfaitement avec celle qui la précède et avec les deux autres, qu'on ne peut pas douter qu'en général la durée de l'incandescence ne soit à très-peu près proportionnelle à l'épaisseur de la masse, et que par conséquent ce grand degré de feu ne suive la même loi que celle de la chaleur médiocre; en sorte que, dans les globes de même matière, la chaleur ou le feu du plus haut degré, pendant tout le temps de l'incandescence, s'y conservent et y durent précisément en raison de leur diamètre. Cette vérité que je voulais acquérir et démontrer par le fait semble nous indiquer que les causes cachées (*causæ latentes*) de Newton, desquelles j'ai parlé dans le premier de ces Mémoires, ne s'opposent que très-peu à la sortie du feu, puisqu'elle se fait de la même manière que si les corps étaient entièrement et parfaitement perméables, et que rien ne s'opposât à son issue. Cependant, on serait porté à croire que plus la même matière est comprimée, plus elle doit retenir de temps le feu; en sorte que la durée de l'incandescence devrait être alors en plus grande raison que celle des épaisseurs ou des diamètres. J'ai donc essayé de reconnaître cette différence par l'expérience suivante.

5. J'ai fait forger une masse cubique de fer, de cinq pouces neuf lignes de toutes faces; elle a subi trois chaudes successives, et l'ayant laissée refroidir, son poids s'est trouvé de quarante-huit livres neuf onces. Après l'avoir pesée, on l'a mise de nouveau au feu de l'affinerie, où elle n'a été chauffée que jusqu'au rouge couleur de feu, parce qu'alors elle commençait à donner un peu de flamme, et qu'en la laissant au feu plus longtemps, le fer aurait brûlé. De là, on l'a transportée tout de suite dans le même lieu obscur, où j'ai vu qu'elle ne donnait aucune flamme; néanmoins elle n'a cessé de paraître rouge qu'au bout de cinquante-deux minutes, et la poudre n'a cessé de s'enflammer à sa surface avec explosion que quarante-trois minutes après; ainsi l'incandescence totale a duré quatre-vingt-quinze minutes. On a pesé cette masse une seconde fois après son entier refroidissement; elle s'est trouvée peser quarante-huit livres une once; ainsi elle avait perdu au feu huit onces de son poids, et elle en aurait perdu davantage si on l'eût chauffée jusqu'au blanc.

En comparant cette expérience avec les autres, on voit que, l'épaisseur de la masse étant de 5 pouces $\frac{3}{4}$, l'incandescence totale a duré quatre-vingt-quinze minutes dans cette pièce de fer, comprimée autant qu'il est possible, et que, dans les premières masses qui n'avaient point été comprimées par le marteau, l'épaisseur étant de six pouces, l'incandescence a duré cent cinq minutes, et l'épaisseur étant de huit pouces, elle a duré cent quarante minutes. Or, 140 : 8 ou 105 : 6 :: 95 : 5 $\frac{9}{21}$, au lieu que l'expérience nous donne 5 $\frac{3}{4}$. Les causes cachées, dont la principale est la compression de la matière, et les obstacles qui en résultent pour l'issue de la chaleur, semblent donc produire cette différence de 5 $\frac{3}{4}$ à 5 $\frac{9}{21}$; ce qui fait $\frac{27}{84}$ ou un peu plus d'un tiers sur $\frac{16}{3}$, c'est-à-dire environ $\frac{1}{16}$ sur le tout. En sorte que le fer bien battu, bien sué, bien comprimé, ne perd son incandescence qu'en dix-sept de temps, tandis que le même fer, qui n'a point été comprimé, la perd en seize du même temps. Et ceci paraît se confirmer par les expériences trois et quatre, où les masses de fer ayant été comprimées par une seule volée de coups de marteau, n'ont perdu leur incandescence qu'au bout de

soixante-douze et soixante-treize minutes, au lieu de soixante-dix qu'a duré celle des loupes nou comprimées ; ce qui fait $2\frac{1}{2}$ sur 70, ou $\frac{5}{140}$ ou $\frac{1}{28}$ de différence produite par cette première compression. Ainsi, l'on ne doit pas être étonné que la seconde et la troisième compression qu'a subies la masse de fer de la cinquième expérience, qui a été battue par trois volées de coups de marteaux, aient produit $\frac{1}{16}$ au lieu de $\frac{1}{28}$ de différence dans la durée de l'incandescence. On peut donc assurer en général que la plus forte compression qu'on puisse donner à la matière pénétrée de feu, autant qu'elle peut l'être, ne diminue que d'une seizième partie la durée de son incandescence; et que, dans la matière qui ne reçoit point de compression extérieure, cette durée est précisément en même raison que son épaisseur.

Maintenant, pour appliquer au globe de la terre le résultat de ces expériences, nous considérerons qu'il n'a pu prendre sa forme élevée sous l'équateur, et abaissée sous les pôles, qu'en vertu de la force centrifuge combinée avec celle de la pesanteur; que par conséquent il a dû tourner sur son axe pendant un petit temps, avant que sa surface ait pris sa consistance, et qu'ensuite la matière intérieure s'est consolidée dans les mêmes rapports de temps indiqués par nos expériences ; en sorte qu'en partant de la supposition d'un jour au moins pour le petit temps nécessaire à la prise de consistance à sa surface, et en admettant, comme nos expériences l'indiquent un temps de trois minutes pour en consolider la matière intérieure à un pouce de profondeur, il se trouvera trente-six minutes pour un pied, deux cent seize minutes pour une toise, trois cent quarante-deux jours pour une lieue, et quatre mille neuf cent quatre-vingt-six jours, ou environ mille trois cent quarante-deux ans, pour qu'un globe de fonte de fer qui aurait, comme celui de la terre, mille quatre cent trente-deux lieues et demi de demi-diamètre, eût pris sa consistance jusqu'au centre.

La supposition que je fais ici d'un jour de rotation pour que le globe terrestre ait pu s'élever régulièrement sous l'équateur, et s'abaisser sous les pôles, avant que sa surface ne fût consolidée, me paraît plutôt trop faible que trop forte, car il a peut-être fallu un grand nombre de révolutions, de vingt-quatre heures chacune, sur son axe, pour que la matière fluide se soit solidement établie, et l'on voit bien que, dans ce cas, le temps nécessaire pour la prise de consistance de la matière au centre se trouvera plus grand. Pour le réduire autant qu'il est possible, nous n'avons fait aucune attention à l'effet de la force centrifuge qui s'oppose à celui de la réunion des parties, c'est-à-dire à la prise de consistance de la matière en fusion. Nous avons supposé, encore dans la même vue de diminuer le temps, que l'atmosphère de la terre, alors tout en feu, n'était néanmoins pas plus chaude que celle de mon fourneau, à quelques pieds de distance où se sont faites les expériences; et c'est en conséquence de ces deux suppositions trop gratuites que nous ne trouvons que mille trois cent quarante-deux ans pour le temps employé à la consolidation du globe jusqu'au centre. Mais il me paraît certain que cette estimation du temps est de beaucoup trop faible, par l'observation constante que j'ai faite sur la prise de consistance des gueuses à la tête et à la queue ; car, il faut trois fois autant de temps et plus pour que la partie de la gueuse qui est à dix-huit pieds du fourneau prenne consistance; c'est-à-dire que si la surface de la tête de la gueuse qui est à dix-huit pieds du fourneau prend consistance en une minute et demie, celle de la queue, qui n'est qu'à deux pieds du fourneau, ne prend consistance qu'en quatre minutes et demie ou cinq minutes; en sorte que la chaleur plus grande de l'air contribue prodigieusement au maintien de la fluidité; et l'on conviendra sans peine avec moi que, dans ce premier temps de liquéfaction du globe de la terre, la chaleur de l'atmosphère de vapeurs qui l'environnait était plus grande que celle de l'air à deux pieds de distance du feu de mon fourneau, et que par conséquent il a fallu beaucoup plus de temps pour consolider le globe jusqu'au centre. Or, nous avons démontré, par les expériences du premier Mémoire, qu'un globe de fer, gros comme la terre, pénétré de feu seulement jusqu'au rouge, serait plus de quatre-vingt-seize mille six cent soixante-dix ans à se refroidir ; auxquels, ajoutant deux ou trois mille ans pour le temps de sa consolidation jusqu'au centre, il résulte qu'en tout il faudrait environ cent mille ans pour refroidir au point de la température actuelle, un globe de fer gros comme la terre, sans compter la durée du premier état de liquéfaction; ce qui recule encore les limites du temps, qui semble fuir et s'étendre à mesure que nous cherchons à le saisir. Mais tout ceci sera plus amplement discuté

et déterminé plus précisément dans les Mémoires suivants.

NEUVIÈME MÉMOIRE.

EXPÉRIENCES

SUR LA FUSION DES MINES DE FER.

Je ne pourrai guère mettre d'autre liaison entre ces Mémoires, ni d'autre ordre entre mes différentes expériences, que celui du temps ou plutôt de la succession de mes idées. Comme je ne me trouvais pas assez instruit dans la connaissance des minéraux, que je n'étais pas satisfait de ce qu'on en dit dans les livres, que j'avais bien de la peine à entendre ceux qui traitent de la chimie, où je voyais d'ailleurs des principes précaires, toutes les expériences faites en petit, et toujours expliquées dans l'esprit d'une même méthode, j'ai voulu travailler par moi-même; et, consultant plutôt mes désirs que ma force, j'ai commencé par faire établir sous mes yeux des forges et des fourneaux en grand, que je n'ai pas cessé d'exercer continuellement depuis sept ans.

Le petit nombre d'auteurs qui ont écrit sur les mines de fer ne donnent, pour ainsi dire, qu'une nomenclature assez inutile, et ne parlent point des différents traitements de chacune de ces mines. Ils comprennent dans les mines de fer, l'aimant, l'émeril, l'hématite, etc., qui sont en effet des minéraux ferrugineux en partie, mais qu'on ne doit pas regarder comme de vraies mines de fer, propres à être fondues et converties en ce métal; nous ne parlerons ici que de celles dont on doit faire usage, et on peut les réduire à deux espèces principales.

La première est la mine en roche, c'est-à-dire en masses dures, solides et compactes, qu'on ne peut tirer et séparer qu'à force de coins, de marteaux et de masses, et qu'on pourrait appeler *pierre de fer*. Ces mines ou roches de fer se trouvent en Suède, en Allemagne, dans les Alpes, dans les Pyrénées, et généralement dans la plupart des hautes montagnes de la terre, mais en bien plus grande quantité vers le nord que du côté du midi. Celles de Suède sont de couleur de fer pour la plupart, et paraissent être du fer presqu'à demi préparé par la nature : il y en a aussi de couleur brune, rousse ou jaunâtre; il y en a même de toutes blanches à Allevard en Dauphiné, ainsi que d'autres couleurs. Ces dernières mines semblent être composées comme du spath; et on ne reconnaît qu'à leur pesanteur, plus grande que celle des autres spaths, qu'elles contiennent une grande quantité de métal. On peut aussi s'en assurer en les mettant au feu; car, de quelque couleur qu'elles soient, blanches, grises, jaunes, rousses, verdâtres, bleuâtres, violettes ou rouges, toutes deviennent noires à une légère calcination. Les mines de Suède, qui, comme je l'ai dit, semblent être de la pierre de fer, sont attirées par l'aimant; il en est de même de la plupart des autres mines en roche, et généralement de toute matière ferrugineuse qui a subi l'action du feu. Les mines de fer en grains, qui ne sont point du tout magnétiques, le deviennent lorsqu'on les fait griller au feu. Ainsi, les mines de fer en roche et en grandes masses, étant magnétiques, doivent leur origine à l'élément du feu. Celles de Suède, qui ont été le mieux observées, sont très-étendues et très-profondes; les filons sont perpendiculaires, toujours épais de plusieurs pieds, et quelquefois de quelques toises; on les travaille comme on travaillerait de la pierre très-dure dans une carrière. On y trouve souvent de l'asbeste, ce qui prouve encore que ces mines ont été formées par le feu.

Les mines de la seconde espèce ont au contraire été formées par l'eau, tant du détriment des premières que de toutes les particules de fer que les végétaux et les animaux rendent à la terre par la décomposition de leur substance : ces mines formées par l'eau sont le plus ordinairement en grains arrondis, plus ou moins gros, mais dont aucun n'est attirable par l'aimant, avant d'avoir subi l'action du feu, ou plutôt celle de l'air par le moyen du feu, car, ayant fait griller plusieurs de ces mines dans des vaisseaux ouverts, elles sont toutes devenues très-attirables à l'aimant; au lieu que dans les vaisseaux clos, quoique chauffées à un plus grand feu et pendant plus de temps, elles n'avaient point du tout acquis la vertu magnétique.

On pourrait ajouter à ces mines en grains, formées par l'eau, une seconde espèce de mine souvent plus pure, mais bien plus rare, qui se forme également par le moyen de l'eau : ce sont les mines de fer cristallisées. Mais, comme je n'ai pas été à portée de traiter par moi-même les mines de fer en roche produites par le feu, non plus que les mines de fer cristallisées par

l'eau, je ne parlerai que de la fusion des mines en grains, d'autant que ces dernières mines sont celles qu'on exploite le plus communément dans nos forges de France.

La première chose que j'ai trouvée, et qui me paraît être une découverte utile, c'est qu'avec une mine qui donnait le plus mauvais fer de la province de Bourgogne, j'ai fait du fer aussi ductile, aussi nerveux, aussi ferme que les fers du Berri, qui sont réputés les meilleurs de France. Voici comment j'y suis parvenu : le chemin que j'ai tenu est bien plus long ; mais personne avant moi n'ayant frayé la route, on ne sera pas étonné que j'aie fait du circuit.

J'ai pris le dernier jour d'un fondage, c'est-à-dire le jour où l'on allait faire cesser le feu d'un fourneau à fondre la mine de fer, qui durait depuis plus de quatre mois. Ce fourneau, d'environ vingt pieds de hauteur et de cinq pieds et demi de largeur à sa cuve, était bien chauffé, et n'avait été chargé que de cette mine, qui avait la fausse réputation de ne pouvoir donner que des fontes très-blanches, très-cassantes, et par conséquent du fer à très-gros grain, sans nerf et sans ductilité. Comme j'étais dans l'idée que la trop grande violence du feu ne peut qu'aigrir le fer, j'employai ma méthode ordinaire, et que j'ai suivie constamment dans toutes mes recherches sur la nature, qui consiste à voir les extrêmes avant de considérer les milieux : je fis donc, non pas ralentir, mais enlever les soufflets ; et, ayant fait en même temps découvrir le toit de la halle, je substituai aux soufflets un ventilateur simple, qui n'était qu'un cône creux, de vingt-quatre pieds de longueur sur quatre pieds de diamètre au gros bout, et trois pouces seulement à sa pointe, sur laquelle on adapta une buse de fer, et qu'on plaça dans le trou de la tuyère ; en même temps on continuait à charger de charbon et de mine, comme si l'on eût voulu continuer à couler : les charges descendaient bien plus lentement, parce que le feu n'était plus animé par le vent des soufflets ; il l'était seulement par un courant d'air que le ventilateur tirait d'en haut, et qui, étant plus frais et plus dense que celui du voisinage de la tuyère, arrivait avec assez de vitesse pour produire un murmure constant dans l'intérieur du fourneau. Lorsque j'eus fait charger environ deux milliers de charbon et quatre milliers de mine, je fis discontinuer pour ne pas trop embarrasser le fourneau ; et le ventilateur étant toujours à la tuyère, je laissai baisser les charbons et la mine sans remplir le vide qu'ils laissaient au-dessus. Au bout de quinze ou seize heures, il se forma de petites loupes, dont on tira quelques-unes par le trou de la tuyère, et quelques autres par l'ouverture de la coulée : le feu dura quatre jours de plus, avant que le charbon ne fût entièrement consumé : et, dans cet intervalle de temps, on tira des loupes plus grosses que les premières ; et, après les quatre jours, on en trouva de plus grosses encore en vidant le fourneau.

Après avoir examiné ces loupes, qui me parurent être d'une très-bonne étoffe, et dont la plupart portaient à leur circonférence un grain fin, et tout semblable à celui de l'acier, je les fis mettre au feu de l'affinerie et porter sous le marteau : elles en soutinrent le coup sans se diviser, sans s'éparpiller en étincelles, sans donner une grande flamme, sans laisser couler beaucoup de laitier; choses qui toutes arrivent lorsqu'on forge de mauvais fer. On les forgea à la manière ordinaire : les barres qui en provenaient n'étaient pas toutes de la même qualité; les unes étaient de fer, les autres d'acier, et le plus grand nombre de fer par un bout ou par un côté, et d'acier par l'autre. J'en ai fait faire des poinçons et des ciseaux par des ouvriers, qui trouvèrent cet acier aussi bon que celui d'Allemagne. Les barres qui n'étaient que de fer étaient si fermes, qu'il fut impossible de les rompre avec la masse, et qu'il fallut employer le ciseau d'acier pour les entamer profondément des deux côtés, avant de pouvoir les rompre; ce fer était tout nerf, et ne pouvait se séparer qu'en se déchirant par le plus grand effort. En le comparant au fer que donne cette même mine fondue en gueuse à la manière ordinaire, on ne pouvait se persuader qu'il provenait de la même mine, dont on n'avait jamais tiré que du fer à gros grain, sans nerf et très-cassant.

La quantité de mine que j'avais employée dans cette expérience aurait dû produire au moins douze cents livres de fonte, c'est-à-dire environ huit cents livres de fer, si elle eût été fondue par la méthode ordinaire, et je n'avais obtenu que deux cent quatre-vingts livres tant d'acier que de fer, de toutes les loupes que j'avais réunies ; et, en supposant un déchet de moitié du mauvais fer au bon, et de trois quarts du mauvais fer à l'acier, je voyais que ce produit ne pouvait équivaloir qu'à cinq cents livres de mauvais fer, et que par conséquent, il y avait en plus du quart

de mes quatre milliers de mine qui s'étoit consumé en pure perte, et en même temps près du tiers du charbon brûlé sans produit.

Ces expériences étant donc excessivement chères, et voulant néanmoins les suivre, je pris le parti de faire construire deux fourneaux plus petits; tous deux cependant de quatorze pieds de hauteur, mais dont la capacité intérieure du second était d'un tiers plus petite que celle du premier. Il fallait, pour charger et remplir en entier mon grand fourneau de fusion, cent trente-cinq corbeilles de charbon de quarante livres chacune, c'est-à-dire cinq mille quatre cents livres de charbon; au lieu que dans mes petits fourneaux il ne fallait que neuf cents livres de charbon pour remplir le premier, et six cents livres pour remplir le second; ce qui diminuait considérablement les trop grands frais de ces expériences. Je fis adosser ces fourneaux l'un à l'autre, afin qu'ils pussent profiter de leur chaleur mutuelle : ils étaient séparés par un mur de trois pieds, et environnés d'un autre mur de quatre pieds d'épaisseur; le tout bâti en bon moellon et de la même pierre calcaire dont on se sert dans le pays pour faire les étalages des grands fourneaux. La forme de la cavité de ces petits fourneaux était pyramidale sur une base carrée, s'élevant d'abord perpendiculairement à trois pieds de hauteur, et ensuite s'inclinant en dedans sur le reste de leur élévation, qui était de onze pieds : de sorte que l'ouverture supérieure se trouvait réduite à quatorze pouces au plus grand fourneau, et onze pouces au plus petit. Je ne laissai dans le bas qu'une seule ouverture à chacun de mes fourneaux; elle était surbaissée en forme de voûte ou de lunette, dont le sommet ne s'élevait qu'à deux pieds et demi dans la partie intérieure, et quatre pieds en dehors; je faisais remplir cette ouverture par un petit mur de briques, dans lequel on laissait un trou de quelques pouces en bas pour écouler le laitier, et un autre trou à un pied et demi de hauteur pour pomper l'air. Je ne donne point ici la figure de ces fourneaux, parce qu'ils n'ont pas assez bien réussi pour que je prétende les donner pour modèles, et que, d'ailleurs, j'y ai fait et j'y fais encore des changements essentiels, à mesure que l'expérience m'apprend quelque chose de nouveau. D'ailleurs, ce que je viens de dire suffit pour en donner une idée, et aussi pour l'intelligence de ce qui suit.

Ces fourneaux étaient placés de manière que leur face antérieure, dans laquelle étaient les ouvertures en lunette, se trouvait parallèle au courant d'eau qui fait mouvoir les roues des soufflets de mon grand fourneau et de mes affineries; en sorte que le grand entonnoir ou ventilateur dont j'ai parlé pouvait être posé de manière qu'il recevait sans cesse un air frais par le mouvement des roues; il portait cet air au fourneau auquel il aboutissait par sa pointe, qui était une buse ou tuyau de fer de forme conique, et d'un pouce et demi de diamètre à son extrémité. Je fis faire en même temps deux tuyaux d'aspiration, l'un de dix pieds de longueur sur quatorze pouces de largeur pour le plus grand de mes petits fourneaux, et l'autre de sept pieds de longueur et de onze pouces de côté pour le plus petit. Je fis ces tuyaux d'aspiration carrés, parce que les ouvertures du dessus des fourneaux étaient carrées, et que c'était sur ces ouvertures qu'il fallait les poser; et, quoique ces tuyaux fussent faits d'une tôle assez légère, sur un châssis de fer mince, ils ne laissaient pas d'être pesants, et même embarrassants par leur volume, surtout quand ils étaient fort échauffés : quatre hommes avaient assez de peine pour les déplacer et les replacer; ce qui cependant était nécessaire toutes les fois qu'il fallait charger les fourneaux.

J'y ai fait dix-sept expériences, dont chacune durait ordinairement deux ou trois jours et deux ou trois nuits. Je n'en donnerai pas le détail, non-seulement parce qu'il serait fort ennuyeux, mais même assez inutile, attendu que je n'ai pu parvenir à une méthode fixe, tant pour conduire le feu que pour le forcer à donner toujours le même produit. Je dois donc me borner aux simples résultats de ces expériences, qui m'ont démontré plusieurs vérités que je crois très-utiles.

La première, c'est qu'on peut faire de l'acier de la meilleure qualité sans employer du fer, comme on le fait communément, mais seulement en faisant fondre la mine à un feu long et gradué. De mes dix-sept expériences, il y en a eu six où j'ai eu de l'acier bon et médiocre, sept où je n'ai eu que du fer, tantôt très-bon et tantôt mauvais, et quatre où j'ai eu une petite quantité de fonte et du fer environné d'excellent acier. On ne manquera pas de me dire : Donnez-nous donc au moins le détail de celles qui vous ont produit du bon acier. Ma réponse est

aussi simple que vraie : c'est qu'en suivant les mêmes procédés aussi exactement qu'il m'était possible, en chargeant de la même façon, mettant la même quantité de mine et de charbon, ôtant et mettant le ventilateur et les tuyaux d'aspiration pendant un temps égal, je n'en ai pas moins eu des résultats tout différents. La seconde expérience me donna de l'acier par les mêmes procédés que la première, qui ne m'avait produit que du fer d'une qualité assez médiocre; la troisième, par les mêmes procédés, m'a donné de très-bon fer; et quand après cela j'ai voulu varier la suite des procédés, et changer quelque chose à mes fourneaux, le produit en a peut-être moins varié par ces grands changements, qu'il n'avait fait par le seul caprice du feu, dont les effets et la conduite sont si difficiles à suivre, qu'on ne peut les saisir, ni même les deviner qu'après une infinité d'épreuves et de tentatives qui ne sont pas toujours heureuses. Je dois donc me borner à dire ce que j'ai fait, sans anticiper sur ce que des artistes plus habiles pourront faire; car il est certain qu'on parviendra à une méthode sûre de tirer de l'acier de toute mine de fer, sans la faire couler en gueuses, et sans convertir la fonte en fer.

C'est ici la seconde vérité, aussi utile que la première. J'ai employé trois différentes sortes de mines dans ces expériences; j'ai cherché, avant de les employer, le moyen d'en bien connaître la nature. Ces trois espèces de mines étaient, à la vérité, toutes les trois en grains plus ou moins fins; je n'étais pas à portée d'en avoir d'autres, c'est-à-dire des mines en roche en assez grande quantité pour faire mes expériences ; mais je suis bien convaincu, après avoir fait les épreuves des trois différentes mines en grain, et qui toutes trois m'ont donné de l'acier sans fusion précédente, que les mines en roche, et toutes les mines en fer en général, pourraient donner également de l'acier en les traitant comme j'ai traité les mines en grains. Dès lors, il faut donc bannir de nos idées le préjugé si anciennement, si universellement reçu, que *la qualité du fer dépend de celle de la mine*. Rien n'est plus mal fondé que cette opinion; c'est au contraire uniquement de la conduite du feu et de la manipulation de la mine que dépend la bonne ou la mauvaise qualité de la fonte, du fer et de l'acier. Il faut encore bannir un autre préjugé, c'est qu'*on ne peut avoir de l'acier qu'en le tirant du fer;* tandis qu'il est très-possible au contraire d'en tirer immédiatement de toutes sortes de mines. On rejettera donc en conséquence les idées de M. Yonge, et de quelques autres chimistes qui ont imaginé qu'il y avait des mines qui avaient la qualité particulière de pouvoir donner de l'acier à l'exclusion de toutes les autres.

Une troisième vérité que j'ai recueillie de mes expériences, c'est que toutes nos mines de fer en grains, telles que celles de Bourgogne, de Champagne, de Franche-Comté, de Lorraine, du Nivernois, de l'Angoumois, etc., c'est-à-dire presque toutes les mines dont on fait nos fers en France, ne contiennent point de soufre comme les mines en roche de Suède ou d'Allemagne, et que par conséquent elles n'ont pas besoin d'être grillées, ni traitées de la même manière. Le préjugé du soufre contenu en grande quantité dans les mines de fer nous est venu des métallurgistes du nord, qui, ne connaissant que leurs mines en roche qu'on tire de la terre, à de grandes profondeurs, comme nous tirons des pierres d'une carrière, ont imaginé que toutes les mines de fer étaient de la même nature, et contenaient, comme elles, une grande quantité de soufre. Et comme les expériences sur les mines de fer sont très-difficiles à faire, nos chimistes s'en sont rapportés aux métallurgistes du nord, et ont écrit, comme eux, qu'il y avait beaucoup de soufre dans nos mines de fer; tandis que toutes les mines en grains que je viens de citer n'en contiennent point du tout, on si peu qu'on n'en sent pas l'odeur de quelque façon qu'on les brûle. Les mines en roche ou en pierre, dont j'ai fait venir les échantillons de Suède et d'Allemagne, répandent au contraire une forte odeur de soufre lorsqu'on les fait griller, et en contiennent réellement une très-grande quantité, dont il faut les dépouiller avant de les mettre au fourneau pour les fondre.

Et de là suit une quatrième vérité tout aussi intéressante que les autres : c'est que nos mines en grains valent mieux que ces mines en roche tant vantées, et que si nous ne faisons pas du fer aussi bon ou meilleur que celui de Suède, c'est purement notre faute, et point du tout celle de nos mines, qui toutes nous donneraient des fers de la première qualité, si nous les traitions avec le même soin que prennent les étrangers pour arriver à ce but; il nous est même plus aisé de l'atteindre, nos mines ne demandant pas, à beaucoup près, autant de travaux

que les leurs. Voyez dans Swedenborg le détail de ces travaux : la seule extraction de la plupart de ces mines en roche, qu'il faut aller arracher du sein de la terre à trois ou quatre cents pieds de profondeur, casser à coups de marteaux, de masses et de leviers, enlever ensuite par des machines jusqu'à la hauteur de terre, doit coûter beaucoup plus que le tirage de nos mines en grains, qui se fait pour ainsi dire à fleur de terrain, et sans autre instrument que la pioche et la pelle. Ce premier avantage n'est pas encore le plus grand ; car il faut reprendre ces quartiers, ces morceaux de pierres de fer, les porter sous les maillets d'un bocard pour les concasser, les broyer et les réduire au même état de division où nos mines en grains se trouvent naturellement ; et, comme cette mine concassée contient une grande quantité de soufre, elle ne produirait que de très-mauvais fer si on ne prenait pas la précaution de lui enlever la plus grande partie de ce soufre surabondant avant de la jeter au fourneau. On la répand, à cet effet, sur des bûchers d'une vaste étendue, où elle se grille pendant quelques semaines. Cette consommation très-considérable de bois, jointe à la difficulté de l'extraction de la mine, rendrait la chose impraticable en France, à cause de la cherté des bois. Nos mines, heureusement, n'ont pas besoin d'être grillées, et il suffit de les laver pour les séparer de la terre avec laquelle elles sont mêlées ; la plupart se trouvent à quelques pieds de profondeur : l'exploitation de nos mines se fait donc à beaucoup moins de frais, et cependant nous ne profitons pas de tous ces avantages, ou du moins nous n'en avons pas profité jusqu'ici, puisque les étrangers nous apportent leurs fers qui leur coûtent tant de peines, et que nous les achetons de préférence aux nôtres, sur la réputation qu'ils ont d'être de meilleure qualité.

Ceci tient à une cinquième vérité qui est plus morale que physique : c'est qu'il est plus aisé, plus sûr et plus profitable de faire, surtout en ce genre, de la mauvaise marchandise que de la bonne. Il est bien plus commode de suivre la routine qu'on trouve établie dans les forges, que de chercher à en perfectionner l'art. Pourquoi vouloir faire de bon fer? disent la plupart des maîtres de forges ; on ne le vendra pas une pistole au-dessus du fer commun, et il nous reviendra peut-être à trois ou quatre de plus, sans compter les risques et les frais des expériences et des essais qui ne réussissent pas tous à beaucoup près. Malheureusement cela n'est que trop vrai ; nous ne profiterons jamais de l'avantage naturel de nos mines, ni même de notre intelligence, qui vaut bien celle des étrangers, tant que le gouvernement ne donnera pas à cet objet plus d'attention, tant qu'on ne favorisera pas le petit nombre de manufactures où l'on fait de bon fer, et qu'on permettra l'entrée des fers étrangers. Il me semble que l'on peut démontrer avec la dernière évidence le tort que cela fait aux arts et à l'état ; mais je m'écarterais trop de mon sujet si j'entrais ici dans cette discussion.

Toute ce que je puis assurer comme une sixième vérité, c'est qu'avec toutes sortes de mines on peut toujours obtenir du fer de même qualité. J'ai fait brûler et fondre successivement dans mon plus grand fourneau, qui a vingt-trois pieds de hauteur, sept espèces de mines différentes, tirées à deux, trois et quatre lieues de distance les unes des autres, dans des terrains tout différents, les unes en grains plus gros que des pois, les autres en grains gros comme des chevrotines, plomb à lièvre, et les autres plus menues que le plus petit plomb à tirer ; et de ces sept différentes espèces de mines dont j'ai fait fondre plusieurs centaines de milliers, j'ai toujours eu le même fer. Ce fer est bien connu, non-seulement dans la province de Bourgogne où sont situées mes forges, mais même à Paris, où s'en fait le principal débit, et il est regardé comme de très-bonne qualité. On serait donc fondé à croire que j'ai toujours employé la même mine, qui, toujours traitée de la même façon, m'aurait donné constamment le même produit ; tandis que, dans le vrai, j'ai usé de toutes les mines que j'ai pu découvrir, et que ce n'est qu'en vertu des précautions et des soins que j'ai pris de les traiter différemment que je suis parvenu à en tirer un résultat semblable, et un produit de même qualité. Voici les observations et les expériences que j'ai faites à ce sujet ; elles seront utiles et même nécessaires à tous ceux qui voudront connaître la qualité des mines qu'ils emploient.

Nos mines de fer en grain ne se trouvent jamais pures dans le sein de la terre ; toutes sont mélangées d'une certaine quantité de terre qui peut se délayer dans l'eau, et d'un sable plus ou moins fin, qui, dans de certaines mines, est de nature calcaire, dans d'autres de nature vitri-

fiable, et quelquefois mêlée de l'une et de l'autre ; je n'ai pas vu qu'il y eût aucun autre mélange dans les sept espèces de mines que j'ai traitées et fondues avec un égal succès. Pour reconnaître la quantité de terre qui doit se délayer dans l'eau, et que l'on peut espérer de séparer de la mine au lavage, il faut en peser une petite quantité dans l'état même où elle sort de la terre, la faire ensuite sécher, et mettre en compte le poids de l'eau qui se sera dissipée par le dessèchement. On mettra cette terre séchée dans un vase que l'on remplira d'eau, et on la remuera; dès que l'eau sera jaune ou bourbeuse, on la versera dans un autre vase plat pour en faire évaporer l'eau par le moyen du feu ; après l'évaporation, on mettra à part le résidu terreux. On réitérera cette même manipulation jusqu'à ce que la mine ne colore plus l'eau qu'on verse dessus ; ce qui n'arrive jamais qu'après un grand nombre de lotions. Alors on réunit ensemble tous ces résidus terreux, et on les pèse pour reconnaître leur quantité relative à celle de la mine.

Cette première partie du mélange de la mine étant connue et son poids constaté, il restera les grains de mine et les sables que l'eau n'a pu délayer : si ces sables sont calcaires, il faudra les faire dissoudre à l'eau-forte, et on en connaîtra la quantité en les faisant précipiter après les avoir dissous ; on les pèsera, et dès lors on saura au juste combien la mine contient de terre, de sable calcaire, et de fer en grains. Par exemple, la mine dont je me suis servi pour la première expérience de ce Mémoire contenait par once un gros et demi de terre délayée par l'eau, un gros cinquante-cinq grains de sable dissous par l'eau forte, trois gros soixante-six grains de mine de fer, et il y a eu cinquante-neuf grains de perdus dans les lotions et dissolutions. C'est M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, qui a bien voulu faire cette expérience à ma prière, et qui l'a faite avec toute l'exactitude qu'il apporte à tous les sujets qu'il traite.

Après cette épreuve, il faut examiner attentivement la mine dont on vient de séparer la terre et le sable calcaire, et tâcher de reconnaître, à la seule inspection, s'il ne se trouve pas encore, parmi les grains de fer, des particules d'autres matières que l'eau forte n'aurait pu dissoudre, et qui par conséquent ne seraient pas calcaires. Dans celle dont je viens de parler, il n'y en avait point du tout, et dès lors j'étais assuré que sur une quantité de cinq cent soixante-seize livres de cette mine il y avait deux cent quatre-vingt-deux parties de mine de fer, cent vingt-sept de matière calcaire, et le reste de terre qui peut se délayer à l'eau. Cette connaissance une fois acquise, il sera aisé d'en tirer les procédés qu'il faut suivre pour faire fondre la mine avec avantage et avec certitude d'en obtenir de bon fer, comme nous le dirons dans la suite.

Dans les six autres espèces de mine que j'ai employées, il s'en est trouvé quatre dont le sable n'était point dissoluble à l'eau-forte, et dont, par conséquent, la nature n'était pas calcaire, mais vitrifiable; et les deux autres, qui étaient à plus gros grains de fer que les cinq premières, contenaient des graviers calcaires en assez petite quantité, et de petits cailloux arrondis, qui étaient de la nature de la calcédoine, et qui ressemblaient par la forme aux chrysalides des fourmis : les ouvriers employés à l'extraction et au lavage de mes mines les appelaient *œufs de fourmis*. Chacune de ces mines exige une suite de procédés différents pour les fondre avec avantage et pour en tirer du fer de même qualité.

Ces procédés, quoique assez simples, ne laissent pas d'exiger une grande attention; comme il s'agit de travailler sur des milliers de quintaux de mine, on est forcé de chercher tous les moyens, et de prendre toutes les voies qui peuvent aller à l'économie : j'ai acquis sur cela de l'expérience à mes dépens, et je ne ferai pas mention des méthodes qui, quoique plus précises et meilleures que celles dont je vais parler, seraient trop dispendieuses pour pouvoir être mises en pratique. Comme je n'ai pas eu d'autre but dans mon travail que celui de l'utilité publique, j'ai tâché de réduire ces procédés à quelque chose d'assez simple pour pouvoir être entendu et exécuté par tous les maîtres de forges qui voudront faire de bon fer; mais néanmoins en les prévenant d'avance que ce bon fer leur coûtera plus que le fer commun qu'ils ont coutume de fabriquer, par la même raison que le pain blanc coûte plus que le pain bis ; car il ne s'agit, de même, que de cribler, tirer et séparer le bon grain de toutes les matières hétérogènes dont il se trouve mélangé.

Je parlerai ailleurs de la recherche et de la découverte des mines : mais je suppose ici les mines toutes trouvées et tirées ; je suppose aussi que, par des épreuves semblables à celles

que je viens d'indiquer, on connaisse la nature des sables qui y sont mélangés. La première opération qu'il faut faire, c'est de les transporter aux lavoirs, qui doivent être d'une construction différente selon les différentes mines: celles qui sont en grains plus gros que les sables qu'elles contiennent doivent être lavées dans des lavoirs foncés de fer et percés de petits trous comme ceux qu'a proposés M. Robert [1], et qui sont très-bien imaginés; car ils servent en même temps de lavoirs et de cribles ; l'eau emmène avec elle toute la terre qu'elle peut délayer, et les sablons plus menus que les grains de la mine passent en même temps par les petits trous dont le fond du lavoir est percé; et dans le cas où les sablons sont aussi gros, mais moins durs que le grain de la mine, le rable de fer les écrase, et ils tombent avec l'eau au-dessous du lavoir; la mine reste nette et assez pure pour qu'on puisse la fondre avec économie. Mais ces mines, dont les grains sont plus gros et plus durs que ceux des sables ou petits cailloux qui y sont mélangés, sont assez rares. Des sept espèces de mines que j'ai eu l'occasion de traiter, il ne s'en est trouvé qu'une qui fût dans le cas d'être lavée à ce lavoir, que j'ai fait exécuter et qui a bien réussi; cette mine est celle qui ne contenait que du sable calcaire, qui communément est moins dur que le grain de la mine. J'ai néanmoins observé que les rables de fer, en frottant contre le fond du lavoir, qui est aussi de fer, ne laissaient pas d'écraser une assez grande quantité de grains de mine, qui, dès lors, passaient avec le sable et tombaient en pure perte sous le lavoir, et je crois cette perte inévitable dans les lavoirs foncés de fer. D'ailleurs, la quantité de castine que M. Robert était obligé de mêler à ses mines, et qu'il dit être d'un tiers de la mine, prouve qu'il restait encore après le lavage une portion considérable de sablon vitrifiable, ou de terre vitrescible dans ses mines ainsi lavées ; car il n'aurait eu besoin que d'un sixième ou même d'un huitième de castine, si les mines eussent été plus épurées, c'est-à-dire plus dépouillées de la terre grasse ou du sable vitrifiable qu'elles contenaient.

An reste, il n'était pas possible de se servir de ce même lavoir pour les autres six espèces de mines que j'ai eues à traiter; de ces six, il y en avait quatre qui se sont trouvées mêlées d'un sablon vitrescible aussi dur et même plus dur, et en même temps plus gros ou aussi gros que les grains de la mine. Pour épurer ces quatre espèces de mines, je me suis servi de lavoirs ordinaires et foncés de bois plein, avec un courant d'eau plus rapide qu'à l'ordinaire : on les passait neuf fois de suite à l'eau ; et, à mesure que le courant vif de l'eau emportait la terre et le sablon le plus léger et le plus petit, on faisait passer la mine dans des cribles de fil de fer assez serrés pour retenir tous les petits cailloux plus gros que les grains de la mine. En lavant ainsi neuf fois, et criblant trois fois, on parvenait à ne laisser dans ces mines qu'environ un cinquième ou un sixième de ces petits cailloux ou sablons vitrescibles, et c'étaient ceux qui, étant de la même grosseur que les grains de la mine, étaient aussi de la même pesanteur, en sorte qu'on ne pouvait les séparer ni par le lavoir ni par le crible. Après cette première préparation, qui est tout ce qu'on peut faire par le moyen du lavoir et des cribles à l'eau, la mine était assez nette pour pouvoir être mise au fourneau : et, comme elle était encore mélangée d'un cinquième ou d'un sixième de matières vitrescibles, on pouvait la fondre avec un quart de castine ou matière calcaire, et en obtenir de très-bon fer en ménageant les charges, c'est-à-dire en mettant moins de mine que l'on n'en met ordinairement : mais, comme alors on ne fond pas à profit, parce qu'on use une grande quantité de charbon, il faut encore tâcher d'épurer sa mine avant de la jeter au fourneau. On ne pourra guère en venir à bout qu'en la faisant vanner et cribler à l'air, comme l'on vanne et crible le blé. J'ai séparé par ces moyens encore plus d'une moitié des matières hétérogènes qui restaient dans mes mines ; et, quoique cette dernière opération soit longue et même assez difficile à exécuter en grand, j'ai reconnu, par l'épargne du charbon, qu'elle était profitable : il en coûtait vingt sous pour vanner et cribler quinze cents pesant de mine; mais on épargnait au fourneau trente-cinq sous de charbon pour la fondre. Je crois donc que, quand cette pratique sera connue, on ne manquera pas de l'adopter. La seule difficulté qu'on y trouvera, c'est de faire sécher assez les mines pour les faire passer aux cribles et les vanner avantageusement. Il y a très-peu de matières qui retiennent l'humidité aussi longtemps que les mi-

[1] Méthode pour laver les mines de fer; in-12; Paris, 1757.

nes de fer en grains[1] : une seule pluie les rend humides pour plus d'un mois. Il faut donc des hangars couverts pour les déposer ; il faut les étendre par petites couches de trois ou quatre pouces d'épaisseur, les remuer, les exposer au soleil ; en un mot, les sécher autant qu'il est possible ; sans cela le van ni le crible ne peuvent faire leur effet. Ce n'est qu'en été qu'on peut y travailler ; et, quand il s'agit de faire passer au crible quinze ou dix-huit cents milliers de mine, que l'on brûle au fourneau dans cinq ou six mois, on sent bien que le temps doit toujours manquer, et il manque en effet ; car je n'ai pu, par chaque été, faire traiter ainsi qu'environ cinq ou six cents milliers. Cependant, en augmentant l'espace des hangars, et en doublant les machines et les hommes, on en viendrait à bout ; et l'économie qu'on trouverait par la moindre consommation de charbon dédommagerait, et au delà, de tous ces frais.

On doit traiter de même les mines qui sont mélangées de graviers calcaires et de petits cailloux ou de sable vitrescible ; en séparer le plus que l'on pourra de cette seconde matière, à laquelle la première sert de fondant, et que, par cette raison, il n'est pas nécessaire d'ôter, à moins qu'elle ne fût en trop grande quantité. J'en ai travaillé deux de cette espèce ; elles sont plus fusibles que les autres, parce qu'elles contiennent une bonne quantité de castine, et qu'il ne leur en faut ajouter que peu ou même point du tout, dans le cas où il n'y aurait que peu ou point de matières vitrescibles.

Lorsque les mines de fer ne contiennent point de matières vitrescibles, et ne sont mélangées que de matières calcaires, il faut tâcher de reconnaître la proportion du fer et de la matière calcaire, en séparant les grains de mine un à un sur une petite quantité, on en dissolvant à l'eau-forte les parties calcaires, comme je l'ai dit ci-devant. Lorsqu'on se sera assuré de cette proportion, on saura tout ce qui est nécessaire pour fondre ces mines avec succès. Par exemple, la mine qui a servi à la première expérience, et qui contenait un gros cinquante-cinq grains de sable calcaire, sur trois gros soixante-six grains de fer en grain, et dont il s'était perdu cinquante-neuf grains dans les lotions et la dissolution, était par conséquent mélangée d'environ un tiers de castine ou de matière calcaire, sur deux tiers de fer en grains. Cette mine porte donc naturellement sa castine ; et on ne peut que gâter la fonte, si on ajoute encore de la matière calcaire pour la fondre : il faut, au contraire, y mêler des matières vitrescibles, et choisir celles qui se fondent le plus aisément. En mettant un quinzième ou même un seizième de terre vitrescible, qu'on appelle *aubue*, j'ai fondu cette mine avec un grand succès, et elle m'a donné d'excellent fer ; tandis qu'en la fondant avec une addition de castine, comme c'était l'usage dans le pays avant moi, elle ne produisait qu'une mauvaise fonte, qui cassait par son propre poids sur les rouleaux, en la conduisant à l'affinerie. Ainsi, toutes les fois qu'une mine de fer se trouve naturellement surchargée d'une grande quantité de matières calcaires, il faut, au lieu de castine, employer de l'aubue pour la fondre avec avantage. On doit préférer cette terre aubue à toutes les autres matières vitrescibles, parce qu'elle fond plus aisément que le caillou, le sable cristallin et les autres matières du genre vitrifiable, qui pourraient faire le même effet, mais qui exigeraient plus de charbon pour se fondre. D'ailleurs, cette terre aubue se trouve presque partout, et est la terre la plus commune dans nos campagnes. En se fondant, elle saisit les sablons calcaires, les pénètre, les ramollit et les fait couler avec elle plus promptement que ne pourrait le faire le petit caillou ou le sable vitrescible, auxquels il faut beaucoup plus de feu pour les fondre.

On est dans l'erreur lorsqu'on croit que la mine de fer ne peut se fondre sans castine : on peut la fondre, non-seulement sans castine, mais même sans aubue et sans aucun autre fondant lorsqu'elle est nette et pure : mais il est vrai qu'alors il se brûle une quantité assez considérable de mine qui tombe en mauvais laitier, et qui diminue le produit de la fonte. Il s'agit donc, pour fondre le plus avantageusement qu'il est possible, de trouver d'abord quel est le fondant qui convient à la mine, et ensuite dans quelle proportion il faut lui donner ce fondant pour qu'elle se convertisse entièrement en fonte de fer, et qu'elle ne brûle pas avant d'entrer en

[1] Pour reconnaître la quantité d'humidité qui réside dans la mine de fer, j'ai fait sécher, et pour ainsi dire, griller dans un four très-chaud, trois cents livres de celle qui avait été la mieux lavée, et qui s'était déjà séchée à l'air ; et ayant pesé cette mine au sortir du four, elle ne pesait plus que deux cent cinquante deux livres : ainsi la quantité de la matière humide ou volatile que la chaleur lui enlève est, à très-peu près, d'un sixième de son poids total ; et je suis persuadé que, si on la grillait a un feu plus violent, elle perdrait encore plus.

fusion. Si la mine est mêlée d'un tiers ou d'un quart de matières vitrescibles, et qu'il ne s'y trouve aucune matière calcaire, alors un demi-tiers ou un demi-quart de matières calcaires suffira pour la fondre; et si, au contraire, elle se trouve naturellement mélangée d'un tiers ou d'un quart de sable ou de gravier calcaire, un quinzième ou un dix-huitième d'aubue suffira pour la faire couler et la préserver de l'action trop subite du feu, qui ne manquerait pas de la brûler en partie. On pèche presque partout par l'excès de castine qu'on met dans les fourneaux; il y a même des maîtres de cet art assez peu instruits pour mettre de la castine et de l'aubue tout ensemble ou séparément, suivant qu'ils imaginent que leur mine est trop froide ou trop chaude: tandis que, dans le réel, toutes les mines de fer, du moins toutes les mines en grains, sont également fusibles, et ne diffèrent les unes des autres que par les matières dont elles sont mélangées, et point du tout par leurs qualités intrinsèques, qui sont absolument les mêmes, et qui m'ont démontré que le fer, comme tout autre métal, est un dans la nature.

On reconnaîtra par les laitiers si la proportion de la castine ou de l'aubue que l'on jette au fourneau pèche par excès ou par défaut: lorsque les laitiers sont trop légers, spongieux et blancs, presque semblables à la pierre ponce, c'est une preuve certaine qu'il y a trop de matière calcaire; en diminuant la quantité de cette matière, on verra le laitier prendre plus de solidité, et former un verre ordinairement de couleur verdâtre, qui file, s'étend et coule lentement au sortir du fourneau. Si au contraire le laitier est trop visqueux, s'il ne coule que très-difficilement, s'il faut l'arracher du sommet de la dame, on peut être sûr qu'il n'y a pas assez de castine, ou peut-être pas assez de charbon proportionnellement à la mine; la consistance et même la couleur du laitier sont les indices les plus sûrs du bon ou du mauvais état du fourneau, et de la bonne ou mauvaise proportion des matières qu'on y jette: il faut que le laitier coule seul et forme un ruisseau lent sur la pente qui s'étend du sommet de la dame au terrain; il faut que sa couleur ne soit pas d'un rouge trop vif ou trop foncé, mais d'un rouge pâle et blanchâtre; et, lorsqu'il est refroidi, on doit trouver un verre solide, transparent et verdâtre, aussi pesant et même plus que le verre ordinaire. Rien ne prouve mieux le mauvais travail du fourneau, ou la disproportion des mélanges, que les laitiers trop légers, trop pesants, trop obscurs; et ceux dans lesquels on remarque plusieurs petits trous ronds, gros comme les grains de mine, ne sont pas des laitiers proprement dits, mais de la mine brûlée qui ne s'est pas fondue.

Il y a encore plusieurs attentions nécessaires, et quelques précautions à prendre pour fondre les mines de fer avec la plus grande économie. Je suis parvenu, après un grand nombre d'essais réitérés, à ne consommer qu'une livre sept onces et demie, ou tout au plus une livre huit onces de charbon pour une livre de fonte; car, avec deux mille huit cent quatre-vingts livres de charbon, lorsque mon fourneau est pleinement animé, j'obtiens constamment des gueuses de dix-huit cent soixante-quinze, dix-neuf cents et dix-neuf cent cinquante livres, et je crois que c'est le plus haut point d'économie auquel on puisse arriver: car M. Robert, qui, de tous les maîtres de cet art, est peut-être celui qui, par le moyen de son lavoir, a le plus épuré ses mines, consommait néanmoins une livre dix onces de charbon pour chaque livre de fonte, et je doute que la qualité de ses fontes fût aussi parfaite que celle des miennes; mais cela dépend, comme je viens de le dire, d'un grand nombre d'observations et de précautions dont je vais indiquer les principales.

1° La cheminée du fourneau, depuis la cuve jusqu'au gueulard, doit être circulaire et non pas à huit pans, comme était le fourneau de M. Robert, ou carrée comme le sont les cheminées de la plupart des fourneaux en France. Il est bien aisé de sentir que, dans un carré, la chaleur se perd dans les angles sans réagir sur la mine, et que par conséquent on brûle plus de charbon pour en fondre la même quantité.

2° L'ouverture du gueulard ne doit être que de la moitié du diamètre de la largeur de la cuve du fourneau. J'ai fait des fondages avec de très-grands et de très-petits gueulards; par exemple, de trois pieds et demi de diamètre; la cuve n'ayant que cinq pieds de diamètre, ce qui est à peu près la proportion des fourneaux de Suède; et j'ai vu que chaque livre de fonte consommait près de deux livres de charbon. Ensuite, ayant rétréci la cheminée du fourneau, et laissant toujours à la cuve un diamètre de cinq pieds, j'ai réduit le gueulard à deux pieds de diamètre;

et, dans ce fondage, j'ai consommé une livre treize onces de charbon pour chaque livre de fonte. La proportion qui m'a le mieux réussi, et à laquelle je me suis tenu, est celle de deux pieds et demi de diamètre au gueulard, sur cinq pieds à la cuve, la cheminée formant un cône droit, portant sur des gueuses circulaires depuis la cuve au gueulard, le tout construit avec des briques capables de résister au plus grand feu. Je donnerai ailleurs la composition de ces briques, et les détails de la construction du fourneau, qui est toute différente de ce qui s'est pratiqué jusqu'ici, surtout pour la partie qu'on appelle *l'ouvrage dans le fourneau*.

3° La manière de charger le fourneau ne laisse pas d'influer beaucoup plus qu'on ne croit sur le produit de la fusion. Au lieu de charger, comme c'est l'usage, toujours du côté de la rustine, et de laisser couler la mine en pente, de manière que ce côté de rustine est constamment plus chargé que les autres, il faut la placer au milieu du gueulard, l'élever en cône obtus, et ne jamais interrompre le cours de la flamme, qui doit toujours envelopper le tas de mine tout autour et donner constamment le même degré de feu. Par exemple, je vais charger communément six paniers de charbon de quarante livres chacun, sur huit mesures de mine de cinquante-cinq livres chacune, et je fais couler à douze charges; j'obtiens communément dix-neuf cent vingt-cinq livres de fonte de la meilleure qualité. On commence, comme partout ailleurs, à mettre le charbon; j'observe seulement de ne me servir au fourneau que de charbon de bois de chêne, et je laisse pour les affineries le charbon des bois plus doux. On jette d'abord cinq paniers de ce gros charbon de bois de chêne, et le dernier panier qu'on impose sur les cinq autres doit être d'un charbon plus menu, que l'on entasse et brise avec un rable, pour qu'il remplisse exactement les vides que laissent entre eux les gros charbon. Cette précaution est nécessaire pour que la mine, dont les grains sont très-menus, ne perce pas trop vite, et n'arrive pas trop tôt au bas du fourneau. C'est aussi par la même raison qu'avant d'imposer la mine sur ce dernier charbon, qui doit être non pas à fleur du gueulard, mais à deux pouces au-dessous, il faut, suivant la nature de la mine, répandre une portion de la castine ou de l'aubue, nécessaire à la fusion, sur la surface du charbon : cette couche de matière soutient la mine et l'empêche de percer. Ensuite, on impose au milieu de l'ouverture une mesure de mine qui doit être mouillée, non pas assez pour tenir à la main, mais assez pour que les grains aient entre eux quelque adhérence, et fassent quelques petites pelottes. Sur cette premiere mesure de mine on en met une seconde, et on relève le tout en cône, de manière que la flamme l'enveloppe en entier; et, s'il y a quelques points dans cette circonférence où la flamme ne perce pas, on enfonce un petit ringard pour lui donner jour, afin d'en entretenir l'égalité tout autour de la mine. Quelques minutes après, lorsque le cône de mine est affaissé de moitié ou des deux tiers, on impose de la même façon une troisième et une quatrième mesure, qu'on relève de même, et ainsi de suite jusqu'à la huitième mesure. On emploie quinze ou vingt minutes à charger successivement la mine; cette manière est meilleure et bien plus profitable que la façon ordinaire qui est en usage, par laquelle on se presse de jeter, et toujours du même côté, la mine tout ensemble en moins de trois ou quatre minutes.

4° La conduite du vent contribue beaucoup à l'augmentation du produit de la mine et de l'épargne du charbon. Il faut, dans le commencement du fondage, donner le moins de vent qu'il est possible, c'est-à-dire à peu près six coups de soufflets par minute, et augmenter peu à peu le mouvement pendant les quinze premiers jours, au bout desquels on peut aller jusqu'à onze et même jusqu'à douze coups de soufflets par minute; mais il faut encore que la grandeur des soufflets soit proportionnée à la capacité du fourneau, et que l'orifice de la tuyère soit placé d'un tiers plus près de la rustine que de la tympe, afin que le vent ne se porte pas trop du côté de l'ouverture qui donne passage au laitier. Les buses des soufflets doivent être posées à six ou sept pouces en dedans de la tuyère, et le milieu du creuset doit se trouver à l'aplomb du centre du gueulard; de cette manière le vent circule à peu près également dans toute la cavité du fourneau, et la mine descend, pour ainsi dire, à plomb, et ne s'attache que très-rarement et en petite quantité aux parois du fourneau : dès lors il s'en brûle très-peu, et l'on évite les embarras qui se forment souvent par cette mine attachée, et les bouillonnements qui arrivent dans le creuset lorsqu'elle vient à se détacher et y tomber en masse. Mais je ren-

voie les détails de la construction et de la conduite des fourneaux à un autre Mémoire, parce que ce sujet exige une très-longue discussion. Je pense que j'en ai dit assez pour que les maîtres de forges puissent m'entendre, et changer ou perfectionner leurs méthodes d'après la mienne. J'ajouterai seulement que, par les moyens que je viens d'indiquer, et en ne pressant pas le feu, en ne cherchant point à accélérer les coulées, en n'augmentant de mine qu'avec précaution, en se tenant toujours au-dessous de la quantité qu'on pourrait charger, on sera sûr d'avoir de très-bonne fonte grise, dont on tirera d'excellent fer, et qui sera toujours de même qualité, de quelque mine qu'il provienne. Je puis l'assurer de toutes les mines en grains, puisque j'ai sur cela l'expérience la plus constante et les faits les plus réitérés. Mes fers, depuis cinq ans, n'ont jamais varié pour la qualité, et néanmoins j'ai employé sept espèces de mines différentes : mais je n'ai garde d'assurer de même que les mines de fer en roche donneraient, comme celles en grains, du fer de même qualité; car celles qui contiennent du cuivre ne peuvent guère produire que du fer aigre et cassant, de quelque manière qu'on voulût les traiter, parce qu'il est comme impossible de les purger de ce métal, dont le moindre mélange gâte beaucoup la qualité du fer. Celles qui contiennent des pyrites et beaucoup de soufre demanderaient à être traitées dans de petits fourneaux presque ouverts, ou à la manière des forges des Pyrénées : mais, comme toutes les mines en grains, du moins toutes celles que j'ai eu occasion d'examiner (et j'en ai vu beaucoup, m'en étant procuré d'un grand nombre d'endroits), ne contiennent ni cuivre ni soufre, on sera certain d'avoir du très-bon fer et de la même qualité, en suivant les procédés que je viens d'indiquer. Et, comme ces mines en grains sont, pour ainsi dire, les seules que l'on exploite en France, et qu'à l'exception des provinces du Dauphiné, de Bretagne, du Roussillon, du pays de Foix, etc., où l'on se sert de mine en roche, presque toutes nos autres provinces n'ont que des mines en grains, les procédés que je viens de donner pour le traitement de ces mines en grains seront plus généralement utiles au royaume que les manières particulières de traiter les mines en roche, dont d'ailleurs on peut s'instruire dans Swedenborg et dans quelques autres auteurs.

Ces procédés, que tous les gens qui connaissent les forges peuvent entendre aisément, se réduisent à séparer d'abord, autant qu'il sera possible, toutes les matières étrangères qui se trouvent mêlées avec la mine; si l'on pouvait en avoir le grain pur et sans aucun mélange, tous les fers, dans tous les pays, seraient exactement de la même qualité : je me suis assuré, par un grand nombre d'essais, que toutes les mines en grains, ou plutôt, que tous les grains des différentes mines sont à très-peu près de la même substance. Le fer est un dans la nature, comme l'or et tous les autres métaux; et, dans les mines en grains, les différences qu'on y trouve ne viennent pas de la matière qui compose le grain, mais de celles qui se trouvent mêlées avec les grains, et que l'on n'en sépare pas avant de les faire fondre. La seule différence que j'aie observée entre les grains des différentes mines que j'ai fait tirer un à un pour faire mes essais, c'est que les plus petits sont ceux qui ont la plus grande pesanteur spécifique, et par conséquent ceux qui, sous le même volume, contiennent le plus de fer : il y a communément une petite cavité au centre de chaque grain; plus ils sont gros, plus ce vide est grand; il n'augmente pas comme le volume seulement, mais en bien plus grande proportion; en sorte que les plus gros grains sont à peu près comme les géodes ou pierres d'aigle, qui sont elles-mêmes de gros grains de mine de fer, dont la cavité intérieure est très-grande. Ainsi, les mines en grains très menus sont ordinairement les plus riches : j'en ai tiré jusqu'à quarante-neuf et cinquante par cent de fer en gueuse, et je suis persuadé que si je les avais épurées en entier, j'aurais obtenu plus de soixante par cent; car il y restait environ un cinquième de sable vitrescible aussi gros et à peu près aussi pesant que le grain, et que je n'avais pu séparer; ce cinquième déduit sur cent, reste quatre-vingts, dont, ayant tiré cinquante, on aurait par conséquent obtenu soixante-deux et demi. On demandera peut-être comment je pouvais m'assurer qu'il ne restait qu'un cinquième de matières hétérogènes dans la mine, et comment il faut faire en général pour reconnaître cette quantité : cela n'est point du tout difficile; il suffit de peser exactement une demi-livre de la mine, la livrer ensuite à une petite personne attentive, once par once, et lui en faire tirer tous les grains un à un; ils sont toujours très-reconnaissables par leur

luisant métallique ; et lorsqu'on les a tous triés, on pèse les grains d'un côté et les sablons de l'autre, pour reconnaître la proportion de leurs quantités.

Les métallurgistes qui ont parlé des mines de fer en roche disent qu'il y en a quelques-unes de si riches, qu'elles donnent soixante-dix et même soixante-quinze, et davantage, de fer en gueuse par cent : cela semble prouver que ces mines en roche sont en effet plus abondantes en fer que les mines en grains. Cependant, j'ai quelque peine à le croire ; et ayant consulté les Mémoires de feu M. Jars, qui a fait en Suède des observations exactes sur les mines, j'ai vu que, selon lui, les plus riches ne donnent que cinquante pour cent de fonte en gueuse. J'ai fait venir des échantillons de plusieurs mines de Suède, de celles des Pyrénées et de celles d'Allevard en Dauphiné, que M. le comte de Baral a bien voulu me procurer, en m'envoyant la note ci-jointe[1], et les ayant comparées à la balance hydrostatique avec nos mines en grains, elle se sont à la vérité trouvées plus pesantes : mais cette épreuve n'est pas concluante, à cause de la cavité qui se trouve dans chaque grain de nos mines, dont on ne peut pas estimer au juste, ni même à peu près, le rapport avec le volume total du grain. Et l'épreuve chimique que M. Sage a faite, à ma prière, d'un morceau de mine de fer cubique, semblable à celui de Sibérie, que mes tireurs de mine ont trouvé dans le territoire de Montbard, semble confirmer mon opinion, M. Sage n'en ayant tiré que cinquante pour cent[2] : cette mine est toute différente de nos mines en grains, le fer y étant contenu en masses de figure cubique ; au lieu que tous nos grains sont toujours plus ou moins arrondis, et que, quand ils forment une masse, ils ne sont, pour ainsi dire, qu'agglutinés par un ciment terreux, facile à diviser ; au lieu que dans cette mine cubique, ainsi que dans toutes les autres vraies mines en roche, le fer est intimement uni avec les autres matières qui composent leur masse. J'aurais bien désiré faire l'épreuve en grand de cette mine cubique; mais on n'en a trouvé que quelques petits morceaux dispersés çà et là dans les fouilles des autres mines, et il m'a été impossible d'en rassembler assez pour en faire l'essai dans mes fourneaux.

Les essais en grand des différentes mines de fer sont plus difficiles et demandent plus d'attention qu'on l'imaginerait. Lorsqu'on veut fondre une nouvelle mine, et en comparer au juste le produit avec celui des mines dont on usait précédemment, il faut prendre le temps où le fourneau est en plein exercice ; et s'il consomme dix mesures de mine par charge, ne lui en donner que sept ou huit de la nouvelle mine. Il m'est arrivé d'avoir fort embarrassé mon fourneau, faute d'avoir pris cette précaution, parce qu'une mine, dont on n'a point encore usé, peut exiger plus de charbon qu'une autre, ou plus ou moins de vent, plus ou moins de castine; et, pour ne rien risquer, il faut commencer par une moindre quantité, et charger ainsi jusqu'à la première coulée. Le produit de cette première coulée est une fonte mélangée environ par moitié de la mine ancienne et de la nouvelle ; et ce n'est qu'à la seconde, et quelquefois même à la troisième coulée, que l'on a sans mélange la fonte produite par la nouvelle mine. Si la fusion

[1] « La terre d'Allevard est composée du bourg d'Allevard « et de cinq paroisses, dans lesquelles il peut y avoir près de « six mille personnes, toutes occupées, soit à l'exploitation « des mines, soit à convertir les bois en charbon, et aux tra- « vaux des fourneaux, forges et martinets. La hauteur des « montagnes est pleine de rameaux de mines de fer ; et elles y « sont si abondantes, qu'elles fournissent des mines à toute la « province de Dauphiné. Les qualités en sont si fines et si pu- « res, qu'elles ont toujours été absolument nécessaires pour la « fabrique royale de canons de Saint-Gervais, d'où l'on vient « les chercher à grands frais. Ces mines sont toutes répan- « dues dans le cœur des roches, où elles forment des rameaux, « et dans lesquelles elles se renouvellent par une végétation « continuelle.

« Le fourneau est situé dans le centre des bois et des mi- « nes : c'est l'eau qui souffle le feu, et les courants d'eau sont « immenses. Il n'y a par conséquent aucun soufflet ; mais « l'eau tombe dans des arbres creusés dans de grands ton- « neaux, y attire une quantité d'air immense qui va par un « conduit souffler le fourneau ; l'eau, plus pesante, s'enfuit « par d'autres conduits. »

[2] Cette mine est brune, fait feu avec le briquet, et est minéralisée par l'acide marin : on remarque dans sa fracture de petits points brillants de pyrites martiales ; dans les fentes, on trouve des cubes de fer de deux lignes de diamètre, dont les surfaces sont striées ; les stries sont opposées suivant les faces. Ce caractère se remarque dans les mines de fer de Sibérie : cette mine est absolument semblable à celle de ce pays par la couleur, la configuration des cristaux, et les minéralisations ; elle en diffère en ce qu'elle ne contient point d'or.

Par la distillation au fourneau du réverbère, j'ai retiré de six cents grains de cette mine vingt gouttes d'eau insipide et très-claire : j'avais enduit d'huile de tartre par défaillance le récipient que j'avais adapté à la cornue ; la distillation finie, je l'ai trouvé obscurci par des cristaux cubiques de sel fébrifuge de *Sylvius*.

Le résidu de la distillation était d'un rouge pourpre, et avait diminué de dix livres par quintal.

J'ai retiré de cette mine cinquante-deux livres de fer par quintal : il était très-ductile.

s'en fait avec succès, c'est-à-dire sans embarrasser le fourneau, et si les charges descendent promptement, on augmentera la quantité de mine par demi-mesure, non pas de charge en charge, mais seulement de coulée en coulée, jusqu'à ce qu'on parvienne au point d'en mettre la plus grande quantité qu'on puisse employer sans gâter sa fonte. C'est ici le point essentiel, et auquel tous les gens de cet art manquent par raison d'intérêt. Comme ils ne cherchent qu'à faire la plus grande quantité de fonte, sans trop se soucier de la qualité; qu'ils paient même leur fondeur au millier, et qu'ils en sont d'autant plus contents, que cet ouvrier coule plus de fonte toutes les vingt-quatre heures, ils ont coutume de faire charger le fourneau d'autant de mine qu'il peut en supporter sans s'obstruer; et, par ce moyen, au lieu de quatre cents milliers de bonne fonte qu'ils feraient en quatre mois, ils en font, dans ce même espace de temps, cinq ou six cents milliers. Cette fonte, toujours très-cassante et très-blanche, ne peut produire que du fer très-médiocre ou mauvais; mais, comme le débit en est plus assuré que celui du bon fer, qu'on ne peut pas donner au même prix, et qu'il y a beaucoup plus à gagner, cette mauvaise pratique s'est introduite dans presque toutes les forges, et rien n'est plus rare que les fourneaux où l'on fait de bonnes fontes. On verra dans le Mémoire suivant, où je rapporte les expériences que j'ai faites au sujet des canons de la marine, combien les bonnes fontes sont rares, puisque celle même dont on se sert pour les canons n'est pas à beaucoup près d'une aussi bonne qualité qu'on pourrait et qu'on devrait la faire.

Il en coûte à peu près un quart de plus pour faire de la bonne fonte que pour en faire de la mauvaise : ce quart, que dans la plupart de nos provinces on peut évaluer à dix francs par millier, produit une différence de quinze francs sur chaque millier de fer; et ce bénéfice, qu'on ne fait qu'en trompant le public, c'est-à-dire en lui donnant de la mauvaise marchandise, au lieu de lui en fournir de la bonne, se trouve encore augmenté de près du double par la facilité avec laquelle ces mauvaises fontes coulent à l'affinerie; elles demandent beaucoup moins de charbon et encore moins de travail pour être converties en fer : de sorte qu'entre la fabrication du bon fer et du mauvais fer, il se trouve nécessairement et tout au moins une différence de vingt-cinq francs. Et néanmoins dans le commerce, tel qu'il est aujourd'hui et depuis plusieurs années, on ne peut espérer de vendre le bon fer que dix francs tout au plus au-dessus du mauvais; il n'y a donc que les gens qui veulent bien, pour l'honneur de leur manufacture, perdre quinze francs par millier de fer, c'est-à-dire environ deux mille écus par an, qui fassent du bon fer. Perdre, c'est-à-dire gagner moins; car, avec de l'intelligence, et en se donnant beaucoup de peine, on peut encore trouver quelque bénéfice en faisant du bon fer : mais ce bénéfice est si médiocre, en comparaison du gain qu'on fait sur le fer commun, qu'on doit être étonné qu'il y ait encore quelques manufactures qui donnent du bon fer. En attendant qu'on réforme cet abus, suivons toujours notre objet; si l'on n'écoute pas ma voix aujourd'hui, quelque jour on y obéira en consultant mes écrits, et l'on sera fâché d'avoir attendu si longtemps à faire un bien qu'on pourrait faire dès demain, en proscrivant l'entrée des fers étrangers dans le royaume, ou en diminuant les droits de la marque des fers.

Si l'on veut donc avoir, je ne dis pas de la fonte parfaite et telle qu'il la faudrait pour les canons de la marine, mais seulement de la fonte assez bonne pour faire du fer liant, moitié nerf et moitié grain, du fer, en un mot, aussi bon et meilleur que les fers étrangers, on y parviendra très-aisément par les procédés que je viens d'indiquer. On a vu dans le quatrième Mémoire, où j'ai traité de la ténacité du fer, combien il y a de différence pour la force et pour la durée entre le bon et le mauvais fer; mais je me borne dans celui-ci à ce qui a rapport à la fusion des mines et à leur produit en fonte. Pour m'assurer de leur qualité et reconnaître en même temps si elle ne varie pas, mes garde-fourneaux ne manquent jamais de faire un petit enfoncement horizontal d'environ trois pouces de profondeur à l'extrémité antérieure du moule de la gueuse; on casse le petit morceau lorsqu'on la sort du moule, et on l'enveloppe d'un morceau de papier portant le même numéro que celui de la gueuse. J'ai de chacun de mes fondages deux ou trois cents de ces morceaux numérotés, par lesquels je connais non-seulement le grain et la couleur de mes fontes, mais aussi la différence de leur pesanteur spécifique, et par là je suis en état de prononcer d'avance sur la qualité du fer que chaque gueuse produira; car, quoique la mine soit

la même et qu'on suive les mêmes procédés au fourneau, le changement de la température de l'air, le haussement ou le baissement des eaux, le jeu des soufflets plus ou moins soutenu, les retardements causés par les glaces ou par quelque accident aux roues, aux harnais ou à la tuyère et au creuset du fourneau, rendent la fonte assez différente d'elle-même pour qu'on soit forcé d'en faire un choix, si l'on veut avoir du fer toujours de la même qualité. En général, il faut, pour qu'il soit de cette bonne qualité, que la couleur de la fonte soit d'un gris un peu brun, que le grain en soit presque aussi fin que celui de l'acier commun, que le poids spécifique soit d'environ cinq cent quatre ou cinq cent cinq livres par pied cube, et qu'en même temps elle soit d'une si grande résistance, qu'on ne puisse casser les gueuses avec la masse.

Tout le monde sait que quand on commence un fondage, on ne met d'abord qu'une petite quantité de mine, un sixième, un cinquième et tout au plus un quart de la quantité qu'on mettra dans la suite, et qu'on augmente peu à peu cette première quantité pendant les premiers jours, parce qu'il en faut au moins quinze pour que le fond du fourneau soit échauffé. On donne aussi assez peu de vent dans ces commencements, pour ne pas détruire le creuset et les étalages du fourneau en leur faisant subir une chaleur trop vive et trop subite. Il ne faut pas compter sur la qualité des fontes que l'on tire pendant ces premiers quinze ou vingt jours; comme le fourneau n'est pas encore réglé, le produit en varie suivant les différentes circonstances : mais, lorsque le fourneau a acquis le degré de chaleur suffisant, il faut bien examiner la fonte, et s'en tenir à la quantité de mine qui donne la meilleure; une mesure sur dix suffit souvent pour en changer la qualité. Aussi, l'on doit toujours se tenir au-dessous de ce que l'on pourrait fondre avec la même quantité de charbon, qui ne doit jamais varier si l'on conduit bien son fourneau. Mais je réserve les détails de cette conduite du fourneau, et tout ce qui regarde sa forme et sa construction, pour l'article où je traiterai du fer en particulier, dans l'histoire des minéraux, et je me bornerai ici aux choses les plus générales et les plus essentielles de la fusion des mines.

Le fer étant, comme je l'ai dit, toujours de même nature dans toutes les mines en grains, on sera donc sûr, en les nettoyant et en les traitant comme je viens de le dire, d'avoir toujours de la fonte d'une bonne et même qualité; on le reconnaîtra non-seulement à la couleur, à la finesse du grain, à la pesanteur spécifique, mais encore à la ténacité de la matière : la mauvaise fonte est très-cassante; et si l'on veut en faire des plaques minces et des côtés de cheminée, le seul coup de l'air les fait fendre au moment que ces pièces commencent à se refroidir, au lieu que la bonne fonte ne casse jamais, quelque mince qu'elle soit. On peut même reconnaître au son la bonne ou mauvaise qualité de la fonte : celle qui sonne le mieux est toujours la plus mauvaise, et lorsqu'on veut en faire des cloches, il faut, pour qu'elles résistent à la percussion du battant, leur donner plus d'épaisseur qu'aux cloches de bronze, et choisir de préférence une mauvaise fonte, car la bonne sonnerait mal.

Au reste, la fonte de fer n'est point encore un métal; ce n'est qu'une matière mêlée de fer et de verre, qui est bonne ou mauvaise, suivant la quantité dominante de l'un ou de l'autre. Dans toutes les fontes noires, brunes et grises, dont le grain est fin et serré, il y a beaucoup plus de fer que de verre ou d'autre matière hétérogène. Dans toutes les fontes blanches, où l'on voit plutôt des lames et des écailles que des grains, le verre est peut-être plus abondant que le fer; c'est par cette raison qu'elles sont plus légères et très-cassantes : le fer qui en provient conserve les mêmes qualités. On peut à la vérité corriger un peu cette mauvaise qualité de la fonte par la manière de la traiter à l'affinerie; mais l'art du marteleur est, comme celui du fondeur, un pauvre petit métier, dont il n'y a que les maîtres de forges ignorants qui soient dupes. Jamais la mauvaise fonte ne peut produire d'aussi bon fer que la bonne; jamais le marteleur ne peut réparer pleinement ce que le fondeur a gâté.

Cette manière de fondre la mine de fer et de la faire couler en gueuses, c'est-à-dire en gros lingots de fonte, quoique la plus générale, n'est peut-être pas la meilleure ni la moins dispendieuse. On a vu, par le résultat des expériences que j'ai citées dans ce Mémoire, qu'on peut faire d'excellent fer, et même de très-bon acier, sans les faire passer par l'état de la fonte. Dans nos provinces voisines des Pyrénées, en Espagne, en Italie, en Styrie et dans quelques autres endroits, on tire immédiatement le fer de

la mine sans le faire couler en fonte. On fond, ou plutôt on ramollit la mine sans fondant, c'est-à-dire sans castine, dans de petits fourneaux dont je parlerai dans la suite; et on en tire des loupes ou des masses de fer déjà pur, qui n'a point passé par l'état de la fonte, qui s'est formé par une demi-fusion, par une espèce de coagulation de toutes les parties ferrugineuses de la mine. Ce fer, fait par coagulation, est certainement le meilleur de tous : on pourrait l'appeler *fer à vingt-quatre karats*, car, au sortir du fourneau, il est déjà presque aussi pur que celui de la fonte qu'on a purifiée par deux chaudes au feu de l'affinerie. Je crois donc cette pratique excellente; je suis même persuadé que c'est la seule manière de tirer immédiatement de l'acier de toutes les mines, comme je l'ai fait dans mes fourneaux de quatorze pieds de hauteur. Mais, n'ayant fait exécuter que l'été dernier, 1772, les petits fourneaux des Pyrénées, d'après un Mémoire envoyé à l'Académie des Sciences, j'y ai trouvé des difficultés qui m'ont arrêté, et me forcent à renvoyer à un autre Mémoire tout ce qui a rapport à cette manière de fondre les mines de fer.

DIXIÈME MÉMOIRE.

OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

FAITES DANS LA VUE D'AMÉLIORER LES CANONS DE LA MARINE.

Les canons de la marine sont de fonte de fer, en France comme en Angleterre, en Hollande et partout ailleurs. Deux motifs ont pu donner également naissance à cet usage. Le premier est celui de l'économie : un canon de fer coulé coûte beaucoup moins qu'un canon de fer battu, et encore beaucoup moins qu'un canon de bronze; et cela seul a peut-être suffi pour les faire préférer, d'autant que le second motif vient à l'appui du premier. On prétend, et je suis très-porté à le croire, que les canons de bronze, dont quelques-uns de nos vaisseaux de parade sont armés, rendent dans l'instant de l'explosion un son si violent, qu'il en résulte dans l'oreille de tous les habitants du vaisseau un tintement assourdissant, qui leur ferait perdre en peu de temps le sens de l'ouïe. On assure d'autre côté que les canons de fer battu, sur lesquels on pourrait, par l'épargne de la matière, regagner une partie des frais de la fabrication, ne doivent point être employés sur les vaisseaux, par cette raison même de leur légèreté, qui paraîtrait devoir les faire préférer; l'explosion les fait sauter dans les sabords, où l'on ne peut, dit-on, les retenir invinciblement, ni même assez pour les diriger à coup sûr. Si cet inconvénient n'est pas réel, ou si l'on pouvait y parer, nul doute que les canons de fer forgé ne dussent être préférés à ceux de fer coulé : ils auraient moitié plus de légèreté et plus du double de résistance. Le maréchal de Vauban en avait fait fabriquer de très-beaux, dont il restait encore ces années dernières quelques tronçons à la manufacture de Charleville[1]. Le travail n'en serait pas plus difficile

[1] Une personne très-versée dans la connaissance de l'art des forges m'a donné la note suivante :

« Il me paraît que l'on peut faire des canons de fer battu, qui seraient beaucoup plus sûrs et plus légers que les canons de fer coulé; et voici les proportions sur lesquelles il faudrait en tenter les expériences.

« Les canons de fer battu, de quatre livres de balles, auront sept pouces et demi d'épaisseur à leur plus grand diamètre;

« Ceux de huit, dix pouces;

« Ceux de douze, un pied;

« Ceux de vingt-quatre livres, quatorze pouces;

« Ceux de trente-six livres, seize pouces et demi.

« Ces proportions sont plutôt trop fortes que trop faibles : peut-être pourra-t-on les réduire à six pouces et demi pour les canons de quatre; ceux de huit livres, à huit pouces et demi; ceux de douze livres, à neuf pouces et demi; ceux de vingt-quatre, à douze pouces; et ceux de trente-six, à quatorze pouces.

« Les longueurs, pour les canons de quatre, seront de cinq pieds et demi; ceux de huit, de sept pieds de longueur; ceux de douze livres, sept pieds neuf pouces de longueur; ceux de vingt-quatre, huit pieds neuf pouces; ceux de trente-six, neuf pieds deux pouces de longueur.

« L'on pourrait même diminuer ces proportions de longueur assez considérablement, sans que le service en souffrît, c'est-à-dire faire les canons de quatre, de cinq pieds de longueur seulement; ceux de huit livres, de six pieds huit pouces de longueur; ceux de douze livres, à sept pieds de longueur; ceux de vingt-quatre, à sept pieds dix pouces; et ceux de trente-six, à huit pieds, et peut-être même encore au-dessous.

« Or, il ne paraît pas bien difficile, 1° de faire des canons de quatre livres qui n'auraient que cinq pieds de longueur, sur six pouces et demi d'épaisseur, dans leur plus grand diamètre; il suffirait pour cela de souder ensemble quatre barres de trois pouces forts en carré, et d'en former un cylindre massif de six pouces et demi de diamètre, sur cinq pieds de longueur; et comme cela ne serait pas praticable dans les chaufferies ordinaires, ou du moins que cela deviendrait très-difficile, il faudrait établir des fourneaux de réverbère, où l'on pourrait chauffer ces barres dans toute leur longueur, pour les souder ensuite ensemble, sans être obligé de les remettre plusieurs fois au feu. Ce cylindre une fois formé, il serait facile de le forer et tourner; car le fer battu obéit bien plus aisément au foret que le fer coulé.

« Pour les canons de huit livres qui ont six pieds huit pouces de longueur sur huit pouces et demi d'épaisseur, il faudrait souder ensemble neuf barres de trois pouces faibles en carré chacune, en les faisant toutes chauffer ensemble au

que celui des ancres, et une manufacture aussi bien montée pour cet objet que l'est celle [1] de M. de la Chaussade, pour les ancres, pourrait être d'une très-grande utilité.

Quoi qu'il en soit, comme ce n'est pas l'état actuel des choses, nos observations ne porteront que sur les canons de fer coulé. On s'est beaucoup plaint dans ces derniers temps de leur peu de résistance : malgré la rigueur des épreuves, quelques-uns ont crevé sur nos vaisseaux; accident terrible, et qui n'arrive jamais sans grand dommage et perte de plusieurs hommes. Le ministère, voulant remédier à ce mal, ou plutôt le prévenir pour la suite, informé que je faisais à mes forges des expériences sur la qualité de la fonte, me demanda mes conseils en 1768, et m'invita à travailler sur ce sujet important. Je m'y livrai avec zèle ; et, de concert avec M. le vicomte de Morogues, homme très-éclairé, je donnai, dans ce temps et dans les deux années suivantes, quelques observations au ministre, avec les expériences faites et celles qui restaient à faire pour perfectionner les canons. J'en ignore aujourd'hui le résultat et le succès ; le ministre de la marine ayant changé, je n'ai plus entendu parler ni d'expériences ni de canons. Mais cela ne doit pas m'empêcher de donner, sans qu'on me le demande, les choses utiles que j'ai pu trouver en m'occupant pendant deux à trois ans de ce travail ; et c'est ce qui fera le sujet de ce Mémoire, qui tient de si près à celui où j'ai traité de la fusion des mines de fer, qu'on peut l'en regarder comme une suite.

Les canons se fondent en situation perpendiculaire, dans des moules de plusieurs pieds de profondeur, la culasse au fond et la bouche en haut ; comme il faut plusieurs milliers de matière en fusion pour faire un gros canon plein et chargé de la masse qui doit le comprimer à sa partie supérieure, on était dans le préjugé qu'il fallait deux, et même trois fourneaux, pour fondre du gros canon. Comme les plus fortes gueuses que l'on coule dans les plus grands fourneaux ne sont que de deux mille cinq cents, ou tout au plus trois mille livres, et que la matière en fusion ne séjourne jamais que douze ou quinze heures dans le creuset du fourneau, on imaginait que le double ou le triple de cette quantité de matière en fusion, qu'on serait obligé de laisser pendant trente-six ou quarante heures dans le creuset avant de la couler, non-seulement pouvait détruire le creuset, mais même le fourneau, par son bouillonnement et son explosion ; au moyen de quoi on avait pris le parti qui paraissait le plus prudent, et on coulait les gros canons, en tirant en même temps ou successivement la fonte de deux ou trois fourneaux, placés de manière que les trois ruisseaux de fonte pouvaient arriver en même temps dans le moule.

Il ne faut pas beaucoup de réflexion pour sentir que cette pratique est mauvaise ; il est impossible que la fonte de chacun de ces fourneaux soit au même degré de chaleur, de pureté, de fluidité ; par conséquent, le canon se trouve composé de deux ou trois matières différentes, en sorte que plusieurs de ses parties, et souvent un côté tout entier, se trouvent nécessairement d'une matière moins bonne et plus faible que le reste ; ce qui est le plus grand de tous les inconvénients en fait de résistance, puisque l'effort de la poudre, agissant également de tous côtés, ne manque jamais de se faire jour par le plus faible. Je voulus donc essayer et voir en effet s'il y avait quelque danger à tenir, pendant plus de temps qu'on ne le fait ordinairement, une plus grande quantité de matière en fusion ; j'attendis pour cela que le creuset de mon fourneau, qui avait dix-huit pouces de largeur, sur quatre

« même fourneau de réverbère, pour en faire un cylindre plein de huit pouces et demi de diamètre.

« Pour les canons de douze livres de balle qui doivent avoir dix pouces et demi d'épaisseur, on pourra les faire avec neuf barres de trois pouces et demi carrés, que l'on soudra toutes ensemble par les mêmes moyens.

« Et pour les canons de vingt-quatre, avec seize barres de trois pouces en carré.

« Comme l'exécution de cette espèce d'ouvrage devient beaucoup plus difficile pour les gros canons que pour les petits, il sera juste et nécessaire de les payer à proportion plus cher.

« Le prix du fer battu est ordinairement de deux tiers plus haut que celui du fer coulé. Si l'on paie vingt francs le quintal les canons de fer coulé, il faudra donc payer ceux-ci soixante livres le quintal ; mais comme ils seront beaucoup plus minces que ceux de fer coulé, je crois qu'il serait possible de les faire fabriquer à quarante livres le quintal, et peut-être au-dessous.

« Mais, quand même ils coûteraient quarante livres, il y aurait encore beaucoup à gagner, 1° pour la sûreté du service ; car ces canons ne crèveraient pas, ou, s'ils venaient à crever, ils n'éclateraient jamais et ne feraient que se fendre, ce qui ne causerait aucun malheur.

« 2° Ils résisteraient beaucoup plus à la rouille, et dureraient pendant des siècles ; ce qui est un avantage très-considérable.

« 3° Comme on les forerait aisément, la direction de l'âme en serait parfaite.

« 4° Comme la matière en est homogène partout, il n'y aurait jamais ni cavités ni chambres.

« 5° Enfin, comme ils seraient beaucoup plus légers, ils chargeraient beaucoup moins, tant sur mer que sur terre, et seraient plus aisés à manœuvrer. »

[1] A Guérigny près de Nevers.

pieds de longueur et dix-huit pouces de hauteur, fût encore élargi par l'action du feu, comme cela arrive toujours vers la fin du fondage; j'y laissai amasser de la fonte pendant trente-six heures; il n'y eut ni explosion ni autre bouillonnement que ceux qui arrivent quelquefois quand il tombe des matières crues dans le creuset : je fis couler après les trente-six heures, et l'on eut trois gueuses, pesant ensemble quatre mille six cents livres, d'une très-bonne fonte.

Par une seconde expérience, j'ai gardé la fonte pendant quarante-huit heures sans aucun inconvénient; ce long séjour ne fait que la purifier davantage, et par conséquent en diminuer le volume en augmentant la masse : comme la fonte contient une grande quantité de parties hétérogenes, dont les unes se brûient et les autres se convertissent en verre, l'un des plus grands moyens de la dépurer est de la laisser séjourner au fourneau.

M'étant donc bien assuré que le préjugé de la nécessité de deux ou trois fourneaux était très-mal fondé, je proposai de réduire à un seul les fourneaux de Rueile en Angoumois [1], où l'on fond nos gros canons : ce conseil fut suivi et exécuté par ordre du ministre; on fondit sans inconvénient et avec tout succès, à un seul fourneau, des canons de vingt-quatre; et je ne sais si l'on n'a pas fondu depuis des canons de trente-six, car j'ai tout lieu de présumer qu'on réussirait également. Ce premier point une fois obtenu, je cherchai s'il n'y avait pas encore d'autres causes qui pouvaient contribuer à la fragilité de nos canons, et j'en trouvai en effet qui y contribuent plus encore que l'inégalité de l'étoffe dont on les composait en les coulant à deux ou trois fourneaux.

La première de ces causes est le mauvais usage qui s'est établi depuis plus de vingt ans de faire tourner la surface extérieure des canons; ce qui les rend plus agréables à la vue. Il en est cependant du canon comme du soldat, il vaut mieux qu'il soit robuste qu'élégant; et ces canons tournés, polis et guillochés, ne devaient point en imposer aux yeux des braves officiers de notre marine; car il me semble qu'on peut démontrer qu'ils sont non-seulement beaucoup plus faibles, mais aussi d'une bien moindre durée. Pour peu qu'on soit versé dans la connaissance de la fusion des mines de fer, on aura remarqué en coulant des enclumes, des boulets et à plus forte raison des canons, que la force centrifuge de la chaleur pousse à la circonférence la partie la plus massive et la plus pure de la fonte; il ne reste au centre que ce qu'il y a de plus mauvais, et souvent même il s'y forme une cavité : sur un nombre de boulets que l'on fera casser, on en trouvera plus de moitié qui auront une cavité dans le centre, et dans tous les autres une matière plus poreuse que le reste du boulet. On remarquera de plus, qu'il y a plusieurs rayons qui tendent du centre à la circonférence, et que la matière est plus compacte et de meilleure qualité à mesure qu'elle est plus éloignée du centre. On observera encore que l'écorce du boulet, de l'enclume ou du canon, est beaucoup plus dure que l'intérieur; cette dureté plus grande provient de la trempe que l'humidité du moule donne à l'extérieur de la pièce, et elle pénètre jusqu'à trois lignes d'épaisseur dans les petites pièces, et à une ligne et demie dans les grosses. C'est en quoi consiste la plus grande force du canon : car cette couche extérieure réunit les extrémités de tous les rayons divergents dont je viens de parler, qui sont les lignes par où se ferait la rupture; elle sert de cuirasse au canon, elle en est la partie la plus pure; et, par sa grande dureté, elle contient toutes les parties intérieures qui sont plus molles, et céderaient sans cela plus aisément à la force de l'explosion. Or, que fait-on lorsque l'on tourne les canons? on commence par enlever au ciseau, poussé par le marteau, toute

[1] Voici l'extrait de cette proposition faite au ministre :

Comme les canons de gros calibre, tels que ceux de trente-six et de vingt-quatre, supposent un grand volume de fer en fusion, on se sert ordinairement de trois, ou tout au moins de deux fourneaux pour les couler. La mine fondue dans chacun de ces fourneaux arrive dans le moule par autant de ruisseaux particuliers. Or, cette pratique me paraît avoir les plus grands inconvénients; car il est certain que chacun de ces fourneaux donne une fonte de différente espèce; en sorte que leur mélange ne peut se faire d'une manière intime, ni même en approcher. Pour le voir clairement, ne supposons que deux fourneaux, et que la fonte de l'un arrive à droite, et la fonte de l'autre arrive à gauche dans le moule du canon; il est certain que de l'une de ces deux fontes, étant ou plus pesante, ou plus légère, ou plus chaude, ou plus froide, ou, etc., que l'autre, elles ne se mêleront pas, et qua par conséquent l'un des côtés du canon sera plus dur que l'autre; que dès lors il résistera moins d'un côté que de l'autre, et qu'ayant le défaut d'être composé de deux matières différentes, le ressort de ces parties, ainsi que leur cohérence, ne sera pas égal, et que par conséquent ils résisteront moins que ceux qui seraient faits d'une matiere homogène. Il n'est pas moins certain que si l'on veut forer ces canons, le foret, trouvant plus de résistance d'un côté que de l'autre, se détournera de la perpendiculaire du côté le plus tendre, et que la direction de l'intérieur du canon prendra de l'obliquité, etc. : il me paraît donc qu'il faudrait tâcher de fondre les canons de fer coulé avec un seul fourneau, et je crois la chose très-possible.

cette surface extérieure que les couteaux du tour ne pourraient entamer; on pénètre dans l'extérieur de la pièce jusqu'au point où elle se trouve assez douce pour se laisser tourner, et on lui enleve en même temps, par cette opération, peut-être un quart de sa force.

Cette couche extérieure, que l'on a si grand tort d'enlever, est en même temps la cuirasse et la sauvegarde du canon; non-seulement elle lui donne toute la force de résistance qu'il doit avoir, mais elle le défend encore de la rouille, qui ronge en peu de temps ces canons tournés : on a beau les lustrer avec de l'huile, les peindre ou les polir; comme la matière de la surface extérieure est aussi tendre que tout le reste, la rouille y mord avec mille fois plus d'avantage que sur ceux dont la surface est garantie par la trempe. Lorsque je fus donc convaincu, par mes propres observations, du préjudice que portait à nos canons cette mauvaise pratique, je donnai au ministre mon avis motivé, pour qu'elle fût proscrite; mais je ne crois pas qu'on ait suivi cet avis, parce qu'il s'est trouvé plusieurs personnes, très-éclairées d'ailleurs, et nommément M. de Morogues, qui ont pensé différemment. Leur opinion, si contraire à la mienne, est fondée sur ce que la trempe rend le fer plus cassant, et dès lors ils regardent la couche extérieure comme le plus faible et la moins résistante de toutes les parties de la pièce, et concluent qu'on ne lui fait pas grand tort de l'enlever; ils ajoutent que si l'on veut même remédier à ce tort, il n'y a qu'à donner aux canons quelques lignes d'épaisseur de plus.

J'avoue que je n'ai pu me rendre à ces raisons. Il faut distinguer dans la trempe, comme dans toute autre chose, plusieurs états et même plusieurs nuances. Le fer et l'acier chauffés à blanc et trempés subitement dans une eau très-froide, deviennent très-cassants; trempés dans une eau moins froide, ils sont beaucoup moins cassants; et dans de l'eau chaude, la trempe ne leur donne aucune fragilité sensible. J'ai sur cela des expériences qui me paraissent décisives. Pendant l'été dernier, 1772, j'ai fait tremper dans l'eau de la rivière, qui était assez chaude pour s'y baigner, toutes les barres de fer qu'on forgeait à un des feux de ma forge; et, comparant ce fer avec celui qui n'était pas trempé, la différence du grain n'en était pas sensible, non plus que celle de leur résistance à la masse lorsqu'on les cassait. Mais ce même fer, travaillé de la même façon par les mêmes ouvriers, et trempé cet hiver dans l'eau de la même rivière, qui était presque glacée partout, est non-seulement devenu fragile, mais a perdu en même temps tout son nerf, en sorte qu'on aurait cru que ce n'était plus le même fer. Or, la trempe qui se fait à la surface du canon n'est assurément pas une trempe à froid; elle n'est produite que par la petite humidité qui sort du moule déjà bien séché : il ne faut donc pas en raisonner comme d'une autre trempe à froid, ni en conclure qu'elle rend cette couche extérieure beaucoup plus cassante qu'elle ne le serait sans cela. Je supprime plusieurs autres raisons que je pourrais alléguer, parce que la chose me paraît assez claire.

Un autre objet, et sur lequel il n'est pas aussi aisé de prononcer affirmativement, c'est la pratique où l'on est actuellement de couler les canons pleins, pour les forer ensuite avec des machines difficiles à exécuter, et encore plus difficiles à conduire, au lieu de les couler creux, comme on le faisait autrefois; et dans ce temps nos canons crevaient moins qu'aujourd'hui. J'ai balancé les raisons pour et contre, et je vais les présenter ici. Pour couler un canon creux, il faut établir un noyau dans le moule, et le placer avec la plus grande précision, afin que le canon se trouve partout de l'épaisseur requise, et qu'un côté ne soit pas plus fort que l'autre : comme la matière en fusion tombe entre le noyau et le moule, elle a beaucoup moins de force centrifuge, et dès lors la qualité de la matiere est moins inégale dans le canon coulé creux que dans le canon coulé plein; mais aussi, cette matière, par la raison même qu'elle est moins inégale, est au total moins bonne dans le canon creux, parce que les impuretés qu'elle contient s'y trouvent mêlées partout, au lieu que, dans le canon coulé plein, cette mauvaise matière reste au centre, et se sépare ensuite du canon par l'opération des forets. Je penserais donc, par cette première raison, que les canons forés doivent être préférés aux canons à noyau. Si l'on pouvait cependant couler ceux-ci avec assez de précision pour n'être pas obligé de toucher à la surface intérieure; si, lorsqu'on tire le noyau, cette surface se trouvait assez unie, assez égale dans toutes ses directions pour n'avoir pas besoin d'être calibrée, et par conséquent en partie détruite par l'instrument d'acier, ils auraient un grand avantage sur les

autres, parce que, dans ce cas, la surface intérieure se trouverait trempée comme la surface extérieure, et dès lors la résistance de la pièce se trouverait bien plus grande. Mais notre art ne va pas jusque-là ; on était obligé de ratisser a l'intérieur toutes les pièces coulées creux, afin de les calibrer : en les forant, on ne fait que la même chose, et on a l'avantage d'ôter toute la mauvaise matière qui se trouve autour du centre de la pièce coulée plein ; matière qui reste au contraire dispersée dans toute la masse de la pièce coulée creux.

D'ailleurs, les canons coulés plein sont beaucoup moins sujets aux soufflures, aux chambres, aux gerçures ou fausses soudures, etc. Pour bien couler les canons à noyau, et les rendre parfaits, il faudrait des évents, au lieu que les canons pleins n'en ont aucun besoin. Comme ils ne touchent à la terre ou au sable dont leur moule est composé que par la surface extérieure; qu'il est rare, si ce moule est bien préparé, bien séché, qu'il s'en détache quelque chose; que, pourvu qu'on ne fasse pas tomber la fonte trop précipitamment, et qu'elle soit bien liquide, elle ne retient ni les bulles de l'air, ni celles des vapeurs qui s'exhalent à mesure que le moule se remplit dans toute sa cavité; il ne doit pas se trouver autant de ces défauts, à beaucoup près, dans cette matière coulée plein, que dans celle où le noyau, rendant à l'intérieur son air et son humidité, ne peut guère manquer d'occasionner des soufflures et des chambres, qui se formeront d'autant plus aisément, que l'épaisseur de la matiere est moindre, sa qualité moins bonne, et son refroidissement plus subit. Jusqu'ici tout semble donc concourir à donner la préférence à la pratique de couler les canons plein. Néanmoins, comme il faut une moindre quantité de matière pour les canons creux; qu'il est dès lors plus aisé de l'épurer au fourneau avant de la couler; que les frais des machines à forer sont immenses en comparaison de ceux des noyaux, on ferait bien d'essayer si, par le moyen des évents que je viens de proposer, on n'arriverait pas au point de rendre les pièces coulées à noyau assez parfaites pour n'avoir pas à craindre les soufflures, et n'être pas obligé de leur enlever la trempe de leur surface intérieure : ils seraient alors d'une plus grande résistance que les autres, auxquels on peut d'ailleurs faire quelques reproches par les raisons que je vais exposer.

Plus la fonte du fer est épurée, plus elle est compacte, dure et difficile à forer; les meilleurs outils d'acier ne l'entament qu'avec peine, et l'ouvrage de la forerie va d'autant moins vite que la fonte est meilleure. Ceux qui ont introduit cette pratique ont donc, pour la commodité de leurs machines, altéré la nature de la matière [1] ; ils ont changé l'usage où l'on était de

[1] Sur la fin de l'année 1762, M. Maritz fit couler aux fourneaux de la Nouée, en Bretagne, des gueuses avec les mines de la Ferrière et de Noyal ; il en examina la fonte, en dressa un procès-verbal ; et, sur les assurances qu'il donna aux entrepreneurs, que leur fer avait toutes les qualités requises pour faire de bons canons, ils se déterminèrent à établir des mouleries, fonderies, décapiteries, centreries, foreries; et les tours nécessaires pour tourner extérieurement les pièces. Les entrepreneurs, après avoir formé leur établissement, ont mis les deux fourneaux en feu le 29 janvier 1765, et le 12 février suivant, on commença à couler du canon de huit. M. Maritz, s'étant rendu à la forge le 21 mars, trouva que toutes ces pièces étaient *trop dures pour souffrir le forage*, et jugea à propos de changer la matière. On coula deux pièces de douze avec un nouveau mélange, et une autre pièce de douze avec un autre mélange, et encore deux autres pièces de douze avec un troisième mélange, qui parurent *si dures sous la scie et au premier foret*, que M. Maritz jugea inutile de fondre avec ces mélanges de différentes mines, et fit un autre essai avec onze mille cinq cent cinquante livres de la mine de Noyal, trois mille trois cent quatre-vingt-dix livres de la mine de la Ferrière, et trois mille six cents livres de la mine des environs, faisant en tout dix-huit mille cinq cent quarante livres, dont on coula le 31 mars une pièce de douze, à trente charges basses. A la décapiterie, ainsi qu'en formant le support de la volée, M. Maritz jugea ce fer de bonne nature; mais *le forage de cette pièce fut difficile*, ce qui porta M. Maritz à faire une autre expérience.

Les 1er et 3 avril, il fit couler deux pièces de douze, pour chacune desquelles on porta trente-quatre charges, composées chacune de dix-huit mille sept cents livres de mine de Noyal, et de deux mille sept cent vingt livres de mine des environs, en tout vingt-un mille quatre cent vingt livres. Ceci démontra à M. Maritz l'impossibilité qu'il y avait de fondre avec de la mine de Noyal seule; car, même avec ce mélange, l'intérieur du fourneau s'embarrassa au point que le laitier ne coulait plus, et que les ouvriers avaient une peine incroyable à l'arracher du fond de l'ouvrage : d'ailleurs les deux pièces provenues de cette expérience *se trouvèrent si dures au forage*, et si profondément chambrées à dix-huit et vingt pouces de la volée, que quand même la mine de Noyal pourrait se fondre sans être alliée avec une espèce plus chaude, la fonte qui en proviendrait ne serait cependant pas d'une nature *propre à couler des canons forables*.

Le 4 avril 1765, pour septième et dernière expérience, M. Maritz fit couler une neuvième pièce de douze en trente-six charges basses, et composées de onze mille huit cent quatre-vingts livres de mine de Noyal, de sept mille deux cents livres de mine de Phlemet, et deux mille huit cent quatre-vingts livres de mines des environs, en tout vingt et un mille neuf cent soixante livres de mine.

Après la coulée de cette dernière pièce, les ouvrages des fourneaux se trouvèrent si embarrassés, qu'on fut obligé de mettre hors, et M. Maritz congédia les fondeurs et mouleurs qu'il avait fait venir des forges d'Angoumois.

Cette dernière pièce *se fora facilement*, en donnant une limaille de belle couleur ; mais lors du forage, il se trouva des endroits *si tendres et si peu condensés*, qu'il parut plusieurs grelots de la grosseur d'une noisette qui ouvrirent plusieurs chambres dans l'âme de la pièce.

faire de la fonte dure, et n'ont fait couler que des fontes tendres, qu'ils ont appelées *douces*, pour qu'on en sentît moins la différence. Dès lors, tous nos canons coulés plein ont été fondus de cette matière douce, c'est-à-dire d'une assez mauvaise fonte, et qui n'a pas à beaucoup près la pureté, la densité, la résistance qu'elle devrait avoir : j'en ai acquis la preuve la plus complète par les expériences que je vais rapporter.

Au commencement de l'année 1767, on m'envoya, de la forge de la Nouée en Bretagne, six tronçons de gros canons coulés plein, pesant ensemble cinq mille trois cent cinquante-huit livres. L'été suivant, je les fis conduire à mes forges; et en ayant cassé les tourillons, j'en trouvai la fonte d'un assez mauvais grain; ce que l'on ne pouvait pas reconnaître sur les tranches de ces morceaux, parce qu'ils avaient été sciés avec de l'émeril ou quelque autre matière qui remplissait les pores extérieurs. Ayant pesé cette fonte à la balance hydrostatique, je trouvai qu'elle était trop légère, qu'elle ne pesait que quatre cent soixante et une livres le pied cube, tandis que celle que l'on coulait alors à mon fourneau en pesait cinq cent quatre; et que, quand je la veux encore épurer, elle pèse jusqu'à cinq cent vingt livres le pied cube. Cette seule épreuve pouvait me suffire pour juger de la qualité plus que médiocre de cette fonte; mais je ne m'en tins pas là. En 1770, sur la fin de l'été, je fis construire une chaufferie plus grande que mes chaufferies ordinaires, pour y faire fondre et convertir en fer ces tronçons de canon, et l'on en vint à bout à force de vent et de charbon. Je les fis couler en petites gueuses, et, après qu'elles furent refroidies, j'en examinai la couleur et le grain en les faisant casser à la masse. J'en trouvai, comme je m'y attendais, la couleur plus grise et le grain plus fin. La matière ne pouvait manquer de s'épurer par cette seconde fusion : et en effet, l'ayant portée à la balance hydrostatique, elle se trouva peser quatre cent soixante-neuf livres le pied cube; ce qui cependant n'approche pas encore de la densité requise pour une bonne fonte.

Je n'ai rapporté les faits contenus dans cette note, que pour prouver que les auteurs de la pratique du forage des canons n'ont cherché qu'à faire couler des fontes tendres, et qu'ils ont, par conséquent, sacrifié la matière à la forme, en rejetant toutes les bonnes fontes que leurs forets ne pouvaient entamer aisément, tandis qu'il faut au contraire chercher la matière la plus compacte et la plus dure, si l'on veut avoir des canons d'une bonne résistance.

Et en effet, ayant fait convertir en fer successivement, et par mes meilleurs ouvriers, toutes les petites gueuses refondues et provenant de ces tronçons de canon, nous n'obtînmes que du fer d'une qualité très-commune, sans aucun nerf, et d'un grain assez gros, aussi différent de celui de mes forges que le fer commun l'est du bon fer.

En 1770, on m'envoya de la forge de Ruelle en Angoumois, où l'on fond actuellement la plus grande partie de nos canons, des échantillons de la fonte dont on les coule. Cette fonte a la couleur grise, le grain assez fin, et pese quatre cent quatre-vingt-quinze livres le pied cube[1]. Réduite en fer battu et forgée avec soin, j'en ai trouvé le grain semblable à celui du fer commun, et ne prenant que peu ou point de nerf, quoique travaillé en petites verges et passé sous le cylindre; en sorte que cette fonte, quoique meilleure que celle qui m'est venue des forges de la Nouée, n'est pas encore de la bonne fonte. J'ignore si, depuis ce temps, l'on ne coule pas aux fourneaux de Ruelle des fontes meilleures et plus pesantes; je sais seulement que deux officiers de marine[2], très-habiles et zélés, y ont été envoyés successivement, et qu'ils sont tous deux fort en état de perfectionner l'art et de bien conduire les travaux de cette fonderie. Mais, jusqu'à l'époque que je viens de citer, et qui est bien récente, je suis assuré que les fontes de nos canons coulés plein n'étaient que de médiocre qualité; qu'une pareille fonte n'a pas assez de résistance, et qu'en lui ôtant encore le lien qui la contient, c'est-à-dire en enlevant,

[1] Ces morceaux de fonte envoyés du fourneau de Ruelle étaient de forme cubique de trois pouces, faibles dans toutes leurs dimensions; le premier, marqué *S*, pesait dans l'air 7 livres 2 onces 4 gros $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire 918 gros $\frac{1}{2}$. Le même morceau pesait dans l'eau 6 livres 2 onces 2 gros $\frac{1}{2}$: donc le volume d'eau égal au volume de ce morceau de fonte pesait 130 gros. L'eau dans laquelle il a été pesé pesait elle-même 70 livres le pied cube. Or, 130 gros : 70 livres :: 918 gros $\frac{1}{2}$: 495 $\frac{4}{13}$ livres, poids du pied cube de cette fonte. Le second morceau, marqué *P*, pesait dans l'air 7 livres 4 onces 1 gros, c'est-à-dire 929 gros. Le même morceau pesait dans l'eau 6 livres 5 onces 6 gros, c'est-à-dire 798 gros : donc le volume d'eau égal au volume de ce morceau de fonte pesait 131 gros. Or, 131 gros : 70 livres :: 929 gros : 496 $\frac{54}{131}$ livres, poids du pied cube de cette fonte. On observera que ces morceaux, qu'on avait voulu couler sur les dimensions d'un cube de 3 pouces, étaient trop faibles : ils auraient dû contenir chacun 27 pouces cubiques; et par conséquent le pied cube du premier n'aurait pesé que 438 livres 4 onces, car 27 pouces : 1728 pouces :: 916 gros $\frac{1}{2}$: 458 livres 4 onces; et le pied cube du second n'aurait pesé que 464 livres $\frac{1}{2}$, au lieu de 495 livres $\frac{4}{13}$ et de 496 livres $\frac{54}{131}$.

[2] MM. de Souville et de Vialis.

par les couteaux du tour, la surface trempée, il y a tout à craindre du service de ces canons.

On ne manquera pas de dire que ce sont ici des frayeurs paniques et mal fondées, qu'on ne se sert jamais que des canons qui ont subi l'épreuve, et qu'une pièce une fois éprouvée par une moitié de plus de charge ne doit ni ne peut crever à la charge ordinaire. A ceci je réponds que non-seulement cela n'est pas certain, mais encore que le contraire est beaucoup plus probable. En général, l'épreuve des canons par la poudre est peut-être la plus mauvaise méthode que l'on pût employer pour s'assurer de leur résistance. Le canon ne peut subir le trop violent effort des épreuves qu'en y cédant, autant que la cohérence de la matière le permet, sans se rompre; et, comme il s'en faut bien que cette matière de la fonte soit à ressort parfait, les parties séparées par le trop grand effort ne peuvent se rapprocher ni se rétablir comme elles étaient d'abord. Cette cohésion des parties intégrantes de la fonte étant donc fort diminuée par le grand effort des épreuves, il n'est pas étonnant que le canon crève ensuite à la charge ordinaire; c'est un effet très-simple qui dérive d'une cause tout aussi simple. Si le premier coup d'épreuve écarte les parties d'une moitié ou d'un tiers de plus que le coup ordinaire, elles se rétabliront, se réuniront moins dans la même proportion; car, quoique leur cohérence n'ait pas été détruite, puisque la pièce a résisté, il n'en est pas moins vrai que cette cohérence n'est pas si grande qu'elle était auparavant, et qu'elle a diminué dans la même raison que diminue la force d'un ressort imparfait : dès lors, un second ou un troisième coup d'épreuve fera éclater les pièces qui auront résisté au premier, et celles qui auront subi les trois épreuves sans se rompre ne sont guère plus sûres que les autres; après avoir subi trois fois le même mal, c'est-à-dire le trop grand écartement de leurs parties intégrantes, elles en sont nécessairement devenues bien plus faibles, et pourront par conséquent céder à l'effort de la charge ordinaire.

Un moyen bien plus sûr, bien simple, et mille fois moins coûteux, pour s'assurer de la résistance des canons, serait d'en faire peser la fonte à la balance hydrostatique : en coulant le canon, l'on mettrait à part un morceau de la fonte; lorsqu'il serait refroidi on le pèserait dans l'air et dans l'eau; et si la fonte ne pesait pas au moins cinq cent vingt livres le pied cube, on rebuterait la pièce comme non recevable : l'on épargnerait la poudre, la peine des hommes, et on bannirait la crainte très-bien fondée de voir crever les pièces souvent après l'épreuve. Étant une fois sûr de la densité de la matière, on serait également assuré de sa résistance; et, si nos canons étaient faits avec de la fonte pesant cinq cent vingt livres le pied cube, et qu'on ne s'avisât pas de les tourner ni de toucher à leur surface extérieure, j'ose assurer qu'ils résisteraient et dureraient autant qu'on doit se le promettre. J'avoue que, par ce moyen, peut-être trop simple pour être adopté, on ne peut pas savoir si la pièce est saine, s'il n'y a pas dans l'intérieur de la matière des défauts, des soufflures, des cavités; mais, connaissant une fois la bonté de la fonte, il suffirait, pour s'assurer du reste, de faire éprouver une seule fois, et à la charge ordinaire, les canons nouvellement fondus, et l'on serait beaucoup plus sûr de leur résistance que de celle de ceux qui ont subi des épreuves violentes.

Plusieurs personnes ont donné des projets pour faire de meilleurs canons : les uns ont proposé de les doubler de cuivre, d'autres, de fer battu, d'autres, de souder ce fer battu avec la fonte. Tout cela peut être bon à certains égards; et dans un art dont l'objet est aussi important et la pratique aussi difficile, les efforts doivent être accueillis, et les moindres découvertes récompensées. Je ne ferai point ici d'observations sur les canons de M. Feutry, qui ne laissent pas de demander beaucoup d'art dans leur exécution; je ne parlerai pas non plus des autres tentatives, à l'exception de celle de M. de Souville, qui m'a paru la plus ingénieuse, et qu'il a bien voulu me communiquer par sa lettre datée d'Angoulême, le 6 avril 1771, dont je donne ici l'extrait [1]. Mais je dirai seulement que la

[1] « Les canons fabriqués avec des spirales ont opposé la « plus grande résistance à la plus forte charge de poudre, et à « la manière la plus dangereuse de les charger. Il ne manque « à cette méthode, pour être bonne, que d'empêcher qu'il ne « se forme des chambres dans ces bouches à feu : cet inconvé- « nient, il est vrai, m'obligerait à l'abandonner si je n'y par- « venais; mais pourquoi ne pas le tenter? Beaucoup de per- « sonnes ont proposé de faire des canons avec des doublures « ou des enveloppes de fer forgé; mais ces doublures et ces « enveloppes ont toujours été un assemblage de barres inflexi- « bles que leur forme, leur position et leur raideur rendent « inutiles. La spirale n'a pas les mêmes défauts; elle se prête « à toutes les formes que prend la matière; elle s'affaisse avec « elle dans le moule : son fer ne perd ni sa ductilité ni son res- « sort dans la commotion du *tir*, l'effort est distribué sur « toute son étendue. Elle enveloppe presque toute l'épaisseur « du canon, et, dès lors s'oppose à sa rupture avec une résis-

soudure du cuivre avec le fer rend celui-ci beaucoup plus aigre; que quand on soude de la fonte avec elle-même par le moyen du soufre, on la change de nature, et que la ligne de jonction des deux parties soudées n'est plus de la fonte de fer, mais de la pyrite très-cassante; et qu'en général le soufre est un intermède qu'on ne doit jamais employer lorsqu'on veut souder du fer sans en altérer la qualité : je ne donne ceci que pour avis à ceux qui pourraient prendre cette voie comme la plus sûre et la plus aisée pour rendre le fer fusible et en faire de grosses pièces.

Si l'on conserve l'usage de forer les canons, et qu'on les coule de bonne fonte dure, il faudra en revenir aux machines à forer de M. le marquis de Montalembert, celles de M. Maritz n'étant bonnes que pour le bronze ou la fonte de fer tendre. M. de Montalembert est encore un des hommes de France qui entend le mieux cet art de la fonderie des canons, et j'ai toujours gémi que son zèle, éclairé de toutes les connaissances nécessaires en ce genre, n'ait abouti qu'au détriment de sa fortune. Comme je vis éloigné de lui, j'écris ce Mémoire sans le lui communiquer : mais je serai plus flatté de son approbation que de celle de qui que ce soit; car je ne connais personne qui entende mieux ce dont il est ici question. Si l'on mettait en masse, dans ce royaume, les trésors de lumière que l'on jette à l'écart, ou qu'on a l'air de dédaigner, nous serions bientôt la nation la plus florissante et le peuple le plus riche. Par exemple, il est le premier qui ait conseillé de reconnaître la résistance de la fonte par sa pesanteur spécifique; il a aussi cherché à perfectionner l'art de la moulerie en sable des canons de fonte de fer, et cet art est perdu depuis qu'on a imaginé de les tourner. Avec les moules en terre, dont on se servait auparavant, la surface des canons était toujours chargée d'aspérités et de rugosités. M. Montalembert avait trouvé le moyen de faire des moules en sable qui donnaient à la surface du canon tout le lisse et même le luisant qu'on pouvait désirer. Ceux qui connaissent les arts en grand sentiront bien les difficultés qu'il a fallu surmonter pour en venir à bout, et les peines qu'il a fallu prendre pour former des ouvriers capables d'exécuter ces moules, auxquels ayant substitué le mauvais usage du tour, on a perdu un art excellent pour adopter une pratique funeste[1].

Une attention très-nécessaire lorsque l'on coule du canon, c'est d'empêcher les écumes qui surmontent la fonte de tomber avec elle dans le moule. Plus la fonte est légère et plus

« tance de près de trente mille livres de force. Si la fonte éprouve une plus grande dilatation que le fer, elle résiste avec toute cette force; si cette dilatation est moindre, la spirale ne reçoit que le mouvement qui lui est communiqué : ainsi, dans l'un et l'autre cas, l'effet est le même. L'assemblage des barres, au contraire, ne résiste que par les cercles qui les contiennent. Lorsqu'on en a revêtu l'âme des canons, on n'a pas augmenté la résistance de la fonte : sa tendance à se rompre a été la même; et lorsqu'on a enveloppé son épaisseur, les cercles n'ont pu soutenir également l'effort qui se partage sur tout le développement de la spirale. Les barres d'ailleurs s'opposent aux vibrations des cercles. La spirale que j'ai mise dans un canon de six, foré et éprouvé au calibre de douze, ne pesait que quatre-vingt-trois livres; elle avait deux pouces de largeur et quatre lignes d'épaisseur. La distance d'une hélice à l'autre était aussi de deux pouces; elle était roulée à chaud sur un mandrin de fer. »

[1] L'outil à langue de carpe perce la fonte de fer avec une vitesse presque double de celle de l'outil à cylindre. Il n'est point nécessaire, avec ce premier outil, de seringuer de l'eau dans la pièce, comme il est d'usage de le faire en employant le second, qui s'échauffe beaucoup par son frottement très-considérable. L'outil à cylindre serait détrempé en peu de temps sans cette précaution : elle est même souvent insuffisante; dès que la fonte se trouve plus compacte et plus dure, cet outil ne peut le forer. La limaille sort naturellement avec l'outil à langue de carpe, tandis qu'avec l'outil à cylindre il faut employer continuellement un crochet pour la tirer; ce qui ne peut se faire assez exactement pour qu'il n'en reste pas entre l'outil et la pièce, ce qui la gêne et augmente encore son frottement.

Il faudrait s'attacher à perfectionner la moulerie. Cette opération est difficile, mais elle n'est pas impossible à quelqu'un d'intelligent. Plusieurs choses sont absolument nécessaires pour y réussir : 1° des mouleries plus étendues, pour pouvoir y placer plus de chantiers et y faire plus de moules à la fois, afin qu'ils puissent sécher plus lentement; 2° une grande fosse pour les recuire debout, ainsi que cela se pratique pour les canons de cuivre, afin d'éviter que le moule ne soit arqué, et par conséquent le canon; 3° un petit chariot à quatre roues fort basses avec des montants assez élevés pour y suspendre le moule recuit, et le transporter de la moulerie à la cuve du fourneau, comme on transporte un lustre; 4° un juste mélange d'une terre grasse et d'une terre sableuse, telle qu'il le faut pour qu'au recuit le moule ne se fende pas de mille et mille fentes qui rendent le canon défectueux, et surtout pour que cette terre, avec cette qualité de ne pas se fendre, puisse conserver l'avantage de *s'écaler* (c'est-à-dire de se détacher du canon quand on vient à le nettoyer) : plus la terre est grasse, mieux elle *s'écale*, et plus elle se fend; plus elle est maigre et sableuse, moins elle se fend, mais moins elle *s'écale*. Il y a des moules de cette terre qui se tiennent si fort attachés au canon, qu'on ne peut avec le marteau et le ciseau en emporter que la plus grosse partie; ces sortes de canons restent encore plus vilains que ceux cicatrisés par les fentes innombrables des moules de terre grasse. Ce mélange de terre est donc très-difficile, il demande beaucoup d'attention, d'expérience; et, ce qu'il y a de fâcheux, c'est que les expériences dans ce genre, faites pour de petits calibres, ne concluent rien pour les gros. Il n'est jamais difficile de faire écaler de petits canons avec un mélange sableux. Mais ce même mélange ne peut plus être employé dès que les calibres passent celui de douze; pour ceux de trente-six surtout, il est très-difficile d'attraper le point du mélange.

elle fait d'écumes; et l'on pourrait juger, à l'inspection même de la coulée, si la fonte est de bonne qualité; car alors sa surface est lisse et ne porte point d'écume : mais, dans tous ces cas, il faut avoir soin de comprimer la matière coulante par plusieurs torches de paille placées dans les coulées. Avec cette précaution, il ne passe que peu d'écume dans le moule; et si la fonte était dense et compacte, il n'y en aurait point du tout. La bourre de la fonte ne vient ordinairement que de ce qu'elle est trop crue et trop précipitamment fondue. D'ailleurs, la matière la plus pesante sort du premier fourneau; la plus légère vient la dernière : la culasse du canon est par cette raison toujours d'une meilleure matière que les parties supérieures de la pièce; mais il n'y aura jamais de bourre dans le canon si, d'une part, on arrête les écumes par les torches de paille, et qu'en même temps on lui donne une forte masselotte de matière excédante, dont il est même aussi nécessaire qu'utile qu'il reste encore, après la coulée, trois ou quatre quintaux en fusion dans le creuset : cette fonte qui y reste y entretient la chaleur; et, comme elle est encore mêlée d'une assez grande quantité de laitier, elle conserve le fond du fourneau, et empêche la mine fondante de brûler en s'y attachant.

Il me paraît qu'en France on a souvent fondu les canons avec des mines en roche, qui toutes contiennent une plus ou moins grande quantité de soufre; et comme l'on n'est pas dans l'usage de les griller dans nos provinces où le bois est cher, ainsi qu'il se pratique dans les pays du nord où le bois est commun, je présume que la qualité cassante de la fonte de nos canons de la marine pourrait aussi provenir de ce soufre qu'on n'a pas soin d'enlever à la mine avant de la jeter au fourneau de fusion. Les fonderies de Ruelle en Angoumois, de Saint-Gervais en Dauphiné, et de Baïgorry, dans la Basse-Navarre, sont les seules dont j'aie connaissance, avec celle de la Nouée, en Bretagne, dont j'ai parlé, et où je crois que le travail est cessé : dans toutes les quatre, je crois qu'on ne s'est servi et qu'on ne se sert encore que de mine en roche, et je n'ai pas ouï dire qu'on les grillât ailleurs qu'à Saint-Gervais et à Baïgorry. J'ai tâché de me procurer des échantillons de chacune de ces mines, et, au défaut d'une assez grande quantité de ces échantillons, tous les renseignements que j'ai pu obtenir par la voie de quelques amis intelligents. Voici ce que m'a écrit M. de Morogues au sujet des mines qu'on emploie à Ruelle :

« La première est dure, compacte, pesante, « faisant feu avec l'acier, de couleur rouge brun, « formée par deux couches d'inégale épaisseur, « dont l'une est spongieuse, parsemée de trous « ou cavités, d'un velouté violet foncé, et quel« quefois d'un bleu indigo à sa cassure, ayant « des mamelons, teignant en rouge de sanguine; « caractères qui peuvent la faire ranger dans la « septième classe de l'art des forges, comme « une espèce de pierre hématite : mais elle est « riche et douce.

« La seconde ressemble assez à la précédente « pour la pesanteur, la dureté et la couleur; « mais elle est un peu *salardée*; (on appelle *sa*« *lard*, ou mine salardée, celle qui a des grains « de sable clair, et qui est mêlée de sable gris « blanc, de caillou et de fer). Elle est riche en « métal; employée avec de la mine très-douce, « elle se fond très-facilement. Son tissu à sa « cassure est strié et parsemé quelquefois de ca« vités d'un brun noir. Elle paraît de la sixième « espèce de la mine rougeâtre dans l'art des « forges.

« La troisième, qu'on nomme dans le pays « *glacieuse*, parce qu'elle a ordinairement quel« ques-unes de ses faces lisses et douces au tou« cher, n'est ni fort pesante ni fort riche; elle « a communément quelques petits points noirs « et luisants, d'un grain semblable au maro« quin. Sa couleur est variée; elle a du rouge « assez vif, du brun, du jaune, un peu de vert « et quelques cavités. Elle paraît, à cause de « ses faces unies et luisantes, avoir quelque « rapport à la mine spéculaire de la huitième « espèce.

« La quatrième, qui fournit d'excellent fer, « mais en petite quantité, est légère, spongieuse, « assez tendre, d'une couleur brune presque « noire, ayant quelques mamelons, et sablon« neuse; elle paraît être une sorte de mine limo« neuse de la onzième espèce.

« La cinquième est une mine salardée, fai« sant beaucoup de feu avec l'acier, dure, com« pacte, pesante, parsemée, à la cassure, de petits « points brillants, qui ne sont que du sable de « couleur de lie de vin. Cette mine est difficile « à fondre : la qualité de son fer passe pour « n'être pas mauvaise; mais elle en produit « peu. Les ouvriers prétendent qu'il n'y a pas « moyen de la fondre seule, et que l'abondance

« des crasses qui s'en séparent l'agglutine à l'ou-
« vrage du fourneau. Cette mine ne paraît pas « avoir de ressemblance bien caractérisée avec « celle dont Swedenborg a parlé.

« On emploie encore un grand nombre d'autres espèces de mines ; mais elles ne diffèrent « des précédentes que par moins de qualité, à « l'exception d'une espèce d'ocre martiale, qui « peut fournir ici une sixième classe. Cette mine « est assez abondante dans les minières : elle « est aisée à tirer ; on l'enlève comme la terre. « Elle est jaune, et quelquefois mêlée de petites « grenailles ; elle fournit peu de fer : elle est « très-douce. On peut la ranger dans la dou-« zième espèce de l'art des forges.

« La gangue de toutes les mines du pays est « une terre vitrifiable, rarement argileuse. Tou-« tes ces espèces de mines sont mêlées, et le « terrain dont on les tire est presque tout sa-« bleux.

« On appelle *schiffre* en Angoumois un cail-« lou assez semblable aux pierres à feu, et qui « en donne beaucoup quand on le frappe avec « l'acier. Il est d'un jaune clair, fort dur ; il « tient quelquefois à des matières qui peuvent « avoir du fer, mais ce n'est point le schiste.

« La castine est une vraie pierre calcaire as-« sez pure, si l'on en peut juger par l'uniformité « de sa cassure et de sa couleur, qui est gris « blanc ; elle est pesante, assez dure, et prend « un poli fort doux au toucher. »

Par ce récit de M. de Morogues, il me semble qu'il n'y a que la sixième espèce qui ne demande pas à être grillée, mais seulement bien lavée avant de la jeter au fourneau.

Au reste, quoique généralement parlant, et comme je l'ai dit, les mines en roche, et qui se trouvent en grandes masses solides, doivent leur origine à l'élément du feu ; néanmoins il se trouve aussi plusieurs mines de fer en assez grosses masses, qui se sont formées par le mouvement et l'intermède de l'eau. On distinguera, par l'épreuve de l'aimant, celles qui ont subi l'action du feu, car elles seront toujours magnétiques ; au lieu que celles qui ont été produites par la stillation des eaux ne le sont point du tout, et ne le deviendront qu'après avoir été bien grillées et presque liquéfiées. Ces mines en roche, qui ne sont point attirables par l'aimant, ne contiennent pas plus de soufre que nos mines en grains : l'opération de les griller, qui est très-coûteuse, doit dès lors être supprimée, à moins qu'elle ne soit nécessaire pour attendrir ces pierres de fer assez pour qu'on puisse les concasser sous les pilons du bocard.

J'ai tâché de présenter dans ce Mémoire tout ce que j'ai cru qui pourrait être utile à l'amélioration des canons de notre marine ; je sens en même temps qu'il reste beaucoup de choses à faire, surtout pour se procurer dans chaque fonderie une fonte pure et assez compacte pour avoir une résistance supérieure à toute explosion. Cependant je ne crois point du tout que cela soit impossible, et je pense qu'en purifiant la fonte de fer autant qu'elle peut l'être, on arriverait au point que la pièce ne ferait que se fendre au lieu d'éclater par une trop forte charge. Si l'on obtenait une fois ce but, il ne nous resterait plus rien à craindre ni rien à désirer à cet égard.

ONZIÈME MÉMOIRE.

EXPÉRIENCES SUR LA FORCE DU BOIS.

Le principal usage du bois dans les bâtiments et dans les constructions de toute espèce est de supporter des fardeaux : la pratique des ouvriers qui l'emploient n'est fondée que sur des épreuves, à la vérité souvent réitérées, mais toujours assez grossières ; ils ne connaissent que très-imparfaitement la force et la résistance des matériaux qu'ils mettent en œuvre : j'ai tâché de déterminer, avec quelque précision, la force du bois, et j'ai cherché les moyens de rendre mon travail utile aux constructeurs et aux charpentiers. Pour y parvenir, j'ai été obligé de faire rompre plusieurs poutres et plusieurs solives de différentes longueurs. On trouvera, dans la suite de ce Mémoire, le détail exact de toutes ces expériences ; mais je vais auparavant en présenter les résultats généraux, après avoir dit un mot de l'organisation du bois et de quelques circonstances particulières qui me paraissent avoir échappé aux physiciens qui se sont occupés de ces matières.

Un arbre est un corps organisé, dont la structure n'est point encore bien connue. Les expériences de Grew, de Malpighi, et surtout celles de Hales, ont, à la vérité, donné de grandes lumières sur l'économie végétale, et il faut avouer qu'on leur doit presque tout ce qu'on sait en ce genre ; mais dans ce genre, comme

dans tous les autres, on ignore beaucoup plus de choses qu'on n'en sait. Je ne ferai point ici la description anatomique des différentes parties d'un arbre, cela serait inutile pour mon dessein : il me suffira de donner une idée de la manière dont les arbres croissent, et de la façon dont le bois se forme.

Une semence d'arbre, un gland qu'on jette en terre au printemps, produit, au bout de quelques semaines, un petit jet tendre et herbacé, qui augmente, s'étend, grossit, durcit, et contient déjà, dès la fin de la première année, un filet de substance ligneuse. A l'extrémité de ce petit arbre, est un bouton qui s'épanouit l'année suivante, et dont il sort un second jet, semblable à celui de la première année, mais plus vigoureux, qui grossit et s'étend davantage, durcit dans le même temps, et produit un autre bouton qui contient le jet de la troisième année, et ainsi des autres, jusqu'à ce que l'arbre soit parvenu à toute sa hauteur : chacun de ces boutons est une espèce de germe qui contient le petit arbre de chaque année. L'accroissement des arbres en hauteur se fait donc par plusieurs productions semblables et annuelles, de sorte qu'un arbre de cent pieds de haut est composé, dans sa longueur, de plusieurs petits arbres mis bout à bout, dont le plus long n'a souvent pas deux pieds de hauteur. Tous ces petits arbres de chaque année ne changent jamais dans leurs dimensions ; ils existent dans un arbre de cent ans sans avoir grossi ni grandi ; ils sont seulement devenus plus solides. Voilà comment se fait l'accroissement en hauteur ; l'accroissement en grosseur en dépend. Ce bouton, qui fait le sommet du petit arbre de la première année, tire sa nourriture à travers la substance et le corps même de ce petit arbre ; mais les principaux canaux qui servent à conduire la sève se trouvent entre l'écorce et le filet ligneux ; l'action de cette sève en mouvement dilate ces canaux et les fait grossir, tandis que le bouton, en s'élevant, les tire et les allonge ; de plus, la sève, en y coulant continuellement, y dépose des parties fixes qui en augmentent la solidité. Ainsi, dès la seconde année, un petit arbre contient déjà dans son milieu un filet ligneux en forme de cône fort allongé, qui est la production en bois de la première année, et une couche ligneuse aussi conique qui enveloppe ce premier filet et le surmonte, et qui est la production de la seconde année. La troisième couche se forme comme la seconde ; il en est de même de toutes les autres qui s'enveloppent successivement et continûment : de sorte qu'un gros arbre est un composé d'un grand nombre de cônes ligneux qui s'enveloppent et se recouvrent tant que l'arbre grossit ; lorsqu'on vient à l'abattre, on compte aisément sur la coupe transversale du tronc le nombre de ces cônes, dont les sections forment des cercles ou plutôt des couronnes concentriques, et on reconnaît l'âge de l'arbre par le nombre de ces couronnes, car elles sont distinctement séparées les unes des autres. Dans un chêne vigoureux, l'épaisseur de chaque couche ou couronne est de deux ou trois lignes : cette épaisseur est d'un bois dur et solide, mais la substance qui unit ensemble ces couronnes, dont le prolongement forme les cônes ligneux, n'est pas à beaucoup près aussi ferme ; c'est la partie faible du bois, dont l'organisation est différente de celle des corps ligneux, et dépend de la façon dont ces cônes s'attachent et s'unissent les uns aux autres, que nous allons expliquer en peu de mots. Les canaux longitudinaux portent la nourriture au bouton, non-seulement prennent de l'étendue et acquièrent de la solidité par l'action et le dépôt de la sève, mais ils cherchent encore à s'étendre d'une autre façon ; ils se ramifient dans toute leur longueur, et poussent de petits filaments comme de petites branches, qui d'un côté vont produire l'écorce, et de l'autre vont s'attacher au bois de l'année précédente, et forment, entre les deux couches du bois, un tissu spongieux qui, coupé transversalement, même à une assez grande épaisseur, laisse voir plusieurs petits trous, à peu près comme on en voit dans de la dentelle. Les couches du bois sont donc unies les unes aux autres par une espèce de réseau : ce réseau n'occupe pas à beaucoup près autant d'espace que la couche ligneuse, il n'a qu'environ une demi-ligne d'épaisseur : cette épaisseur est à peu près la même dans tous les arbres de même espèce, au lieu que les couches ligneuses sont plus ou moins épaisses, et varient si considérablement dans la même espèce d'arbre, comme dans le chêne, que j'en ai mesuré qui avaient trois lignes et demie, et d'autres qui n'avaient qu'une demi-ligne d'épaisseur.

Par cette simple exposition de la texture du bois, on voit que la cohérence longitudinale doit être bien plus considérable que l'union transversale ; on voit que, dans les petites pièces de

bois, comme dans un barreau d'un pouce d'épaisseur, s'il se trouve quatorze ou quinze couches ligneuses, il y aura treize ou quatorze cloisons, et que, par conséquent, ce barreau sera moins fort qu'un pareil barreau qui ne contiendra que cinq ou six couches et quatre ou cinq cloisons. On voit aussi que, dans ces petites pièces, s'il se trouve une ou deux couches ligneuses qui soient tranchées par la scie, ce qui arrive souvent, leur force sera considérablement diminuée; mais le plus grand défaut de ces petites pièces de bois, qui sont les seules sur lesquelles on ait jusqu'à ce jour fait des expériences, c'est qu'elles ne sont pas composées comme les grosses pieces; la position des couches ligneuses et des cloisons dans un barreau est fort différente de la position de ces mêmes couches dans une poutre; leur figure est même différente, et par conséquent on ne peut pas estimer la force d'une grosse pièce par celle d'un barreau. Un moment de réflexion fera sentir ce que je viens de dire. Pour former une poutre, il ne faut qu'équarrir l'arbre, c'est-à-dire enlever quatre segments cylindriques d'un bois blanc et imparfait, qu'on appelle *aubier*; dans le cœur de l'arbre, la première couche ligneuse reste au milieu de la pièce; toutes les autres couches enveloppent la première en forme de cercles ou de couronnes cylindriques. Le plus grand de ces cercles entiers a pour diametre l'épaisseur de la pièce; au delà de ce cercle, tous les autres sont tranchés, et ne forment plus que des portions de cercles qui vont toujours en diminuant vers les arêtes de la pièce : ainsi une poutre carrée est composée d'un cylindre continu de bon bois bien solide, et de quatre portions angulaires tranchees, d'un bois moins solide et plus jeune. Un barreau tiré du corps d'un gros arbre, ou pris dans une planche, est tout autrement composé : ce sont de petits segments longitudinaux des couches annuelles, dont la courbure est insensible; des segments qui tantôt se trouvent posés parallèlement à une des surfaces du barreau, et tantôt plus ou moins inclinés; des segments qui sont plus ou moins longs et plus ou moins tranchés, et par conséquent plus ou moins forts. De plus, il y a toujours dans un barreau deux positions, dont l'une est plus avantageuse que l'autre, car ces segments de couches ligneuses forment autant de plans parallèles. Si vous posez le barreau de manière que ces plans soient verticaux, il résistera davantage que dans une position horizontale : c'est comme si on faisait rompre plusieurs planches à la fois, elles résisteraient bien davantage étant posées sur le côté que sur le plat. Ces remarques font déjà sentir combien on doit peu compter sur les tables calculées, ou sur les formules que différents auteurs nous ont données de la force du bois, qu'ils n'avaient éprouvée que sur des pièces dont les plus grosses étaient d'un ou deux pouces d'épaisseur, et dont ils ne donnent ni le nombre des couches ligneuses que ces barreaux contenaient, ni la position de ces couches, ni le sens dans lequel se sont trouvées ces couches lorsqu'ils ont fait rompre le barreau : circonstances cependant essentielles, comme on le verra par mes expériences et par les soins que je me suis donnés pour découvrir les effets de toutes ces différences. Les physiciens qui ont fait quelques expériences sur la force du bois n'ont fait aucune attention à ces inconvénients; mais il y en a d'autres peut-être encore plus grands, qu'ils ont aussi négligé de prévoir ou de prévenir. Le jeune bois est moins fort que le bois plus âgé; un barreau tiré du pied d'un arbre résiste plus qu'un barreau qui vient du sommet du même arbre; un barreau pris à la circonférence, près de l'aubier, est moins fort qu'un pareil morceau pris au centre de l'arbre : d'ailleurs, le degré de dessèchement du bois fait beaucoup a sa résistance; le bois vert casse bien plus difficilement que le bois sec : enfin le temps qu'on emploie à charger les pièces pour les faire rompre doit aussi entrer en considération, parce qu'une pièce qui soutiendra pendant quelques minutes un certain poids, ne pourra pas soutenir ce poids pendant une heure; et j'ai trouvé que des poutres qui avaient chacune supporté sans se rompre, pendant un jour entier, neuf milliers, avaient rompu, au bout de cinq ou six mois, sous la charge de six milliers, c'est-à-dire qu'elles n'avaient pas pu porter, pendant six mois, les deux tiers de la charge qu'elles avaient portée pendant un jour. Tout cela prouve assez combien les expériences que l'on a faites sur cette matière sont imparfaites, et peut-être cela prouve aussi qu'il n'est pas trop aisé de les bien faire.

Mes premières épreuves, qui sont en très-grand nombre, n'ont servi qu'à me faire reconnaître tous les inconvénients dont je viens de parler. Je fis d'abord rompre quelques barreaux, et je calculai quelle devait être la force d'un

barreau plus long et plus gros que ceux que j'avais mis à l'épreuve ; et ensuite, ayant fait rompre de ces derniers, et ayant comparé le résultat de mon calcul avec la charge actuelle, je trouvai de si grandes différences, que je répétai plusieurs fois la même chose, sans pouvoir rapprocher le calcul de l'expérience. J'essayai sur d'autres longueurs et d'autres grosseurs : l'événement fut le même; enfin je me déterminai à faire une suite complète d'expériences qui pût me servir à dresser une table de la force du bois, sur laquelle je pouvais compter, et que tout le monde pourra consulter au besoin.

Je vais rapporter, en aussi peu de mots qu'il me sera possible, la manière dont j'ai exécuté mon projet.

J'ai commencé par choisir, dans un canton de mes bois, cent chênes sains et bien vigoureux, aussi voisins les uns des autres qu'il a été possible de les trouver, afin d'avoir du bois venu en même terrain, car les arbres de différents pays et de différents terrains ont des résistances différentes : autre inconvénient qui seul semblait d'abord anéantir toute l'utilité que j'espérais tirer de mon travail. Tous ces chênes étaient aussi de la même espèce, de la belle espèce qui produit du gros gland attaché un à un ou deux à deux sur la branche; les plus petits de ces arbres avaient environ deux pieds et demi de circonférence, et les plus gros cinq pieds; je les ai choisis de différente grosseur, afin de me rapprocher davantage de l'usage ordinaire. Lorsque les charpentiers ont besoin d'une pièce de cinq ou six pouces d'équarrissage, ils ne la prennent pas dans un arbre qui peut porter un pied, la dépense serait trop grande, et il ne leur arrive que trop souvent d'employer des arbres trop menus et où ils laissent beaucoup d'aubier; car je ne parle pas ici des solives de sciage, qu'on emploie quelquefois, et qu'on tire d'un gros arbre; cependant il est bon d'observer en passant que ces solives de sciage sont faibles, et que l'usage en devrait être proscrit. On verra, dans la suite de ce Mémoire, combien il est avantageux de n'employer que du bois de brin.

Comme le degré de dessèchement du bois fait varier très-considérablement celui de sa résistance, et que, d'ailleurs, il est fort difficile de s'assurer de ce degré de dessèchement, puisque souvent de deux arbres abattus en même temps, l'un se dessèche en moins de temps que l'autre; j'ai voulu éviter cet inconvénient qui aurait dérangé la suite comparée de mes expériences, et j'ai cru que j'aurais un terme plus fixe et plus certain en prenant le bois tout vert. J'ai donc fait couper mes arbres un à un, à mesure que j'en avais besoin; le même jour qu'on abattait un arbre, on le conduisait au lieu où il devait être rompu; le lendemain les charpentiers l'équarrissaient, et des menuisiers le travaillaient à la varlope, afin de lui donner des dimensions exactes, et le surlendemain on le mettait à l'épreuve.

Voici en quoi consistait la machine avec laquelle j'ai fait le plus grand nombre de mes expériences : deux forts tréteaux de sept pouces d'équarrissage, de trois pieds de hauteur et d'autant de longueur, renforcés dans leur milieu par un bois debout ; on posait sur ces tréteaux les deux extrémités de la pièce qu'on voulait rompre. Plusieurs boucles carrées de fer rond, dont la plus grosse portait près de neuf pouces de largeur intérieure, et était d'un fer de sept à huit pouces de tour; la seconde boucle portait sept pouces de largeur, et était faite d'un fer de cinq à six pouces de tour, les autres plus petites. On passait la pièce à rompre dans la boucle de fer; les grosses boucles servaient pour les grosses pièces, et les petites boucles pour les barreaux. Chaque boucle, à la partie supérieure, avait intérieurement une arête; elle était faite pour empêcher la boucle de s'incliner, et aussi pour faire voir la largeur du fer qui portait sur les bois à rompre. A la partie inférieure de cette boucle carrée, on avait forgé deux crochets de fer, de même grosseur que le fer de la boucle : ces deux crochets se séparaient, et formaient une boucle ronde d'environ neuf pouces de diamètre, dans laquelle on mettait une clef de bois de même grosseur et de quatre pieds de longueur. Cette clef portait une forte table de quatorze pieds de longueur, sur six pieds de largeur, qui était faite de solives de cinq pouces d'épaisseur, mises les unes contre les autres, et retenues par de fortes barres : on la suspendait à la boucle par le moyen de la grosse clef de bois, et elle servait à placer les poids, qui consistaient en trois cents quartiers de pierre, taillés et numérotés, qui pesaient chacun vingt-cinq, cinquante, cent, cent cinquante et deux cents livres. On portait ces pierres sur la table, et on bâtissait un massif de pierres large et long comme la table, et aussi haut qu'il était nécessaire pour faire rompre la pièce. J'ai cru que

cela était assez simple pour pouvoir en donner l'idée nette sans le secours d'une figure.

On avait soin de mettre de niveau la pièce et les tréteaux que l'on cramponnait, afin de les empêcher de reculer ; huit hommes chargeaient continuellement la table, et commençaient par placer au centre les poids de deux cents livres, ensuite ceux de cent cinquante, ceux de cent, ceux de cinquante, et enfin au-dessus ceux de vingt-cinq livres. Deux hommes, portés par un échafaud suspendu en l'air par des cordes, plaçaient les poids de cinquante et de vingt-cinq livres, qu'on n'aurait pu arranger depuis le bas sans courir risque d'être écrasé ; quatre autres hommes appuyaient et soutenaient les quatre angles de la table, pour l'empêcher de vaciller, et pour la tenir en équilibre ; un autre, avec une longue règle de bois, observait combien la pièce pliait à mesure qu'on la chargeait, et un autre marquait le temps et écrivait la charge, qui souvent s'est trouvée monter à vingt, vingt-cinq et jusqu'à près de vingt-huit milliers de livres.

J'ai fait rompre de cette façon plus de cent pièces de bois, tant poutres que solives, sans compter trois cents barreaux ; et ce grand nombre de pénibles épreuves a été à peine suffisant pour me donner une échelle suivie de la force du bois pour toutes les grosseurs et longueurs ; j'en ai dressé une table, que je donne à la fin de ce Mémoire : si on la compare avec celles de M. Musschenbroeck et des autres physiciens qui ont travaillé sur cette matière, on verra combien leurs résultats sont différents des miens.

Afin de donner d'avance une idée juste de cette opération, par laquelle j'ai fait rompre les pièces de bois pour en reconnaître la force, je vais rapporter le procédé exact de l'une de mes expériences, par laquelle on pourra juger de toutes les autres.

Ayant fait abattre un chêne de cinq pieds de circonférence, je l'ai fait amener et travailler le même jour par des charpentiers ; le lendemain, des menuisiers l'on réduit à huit pouces d'équarrissage et à douze pieds de longueur. Ayant examiné avec soin cette pièce, je jugeai qu'elle était fort bonne : elle n'avait d'autre défaut qu'un petit nœud à l'une des faces. Le surlendemain, j'ai fait peser cette pièce : son poids se trouva être de quatre cent neuf livres ; ensuite, l'ayant passée dans la boucle de fer, et ayant tourné en haut la face où était le petit nœud, je fis disposer la pièce de niveau sur les tréteaux : elle portait de six pouces sur chaque tréteau ; cette portée de six pouces était celle des pièces de douze pieds ; celles de vingt-quatre pieds portaient de douze pouces, et ainsi des autres, qui portaient toujours d'un demi-pouce par pied de longueur : ayant ensuite fait glisser la boucle de fer jusqu'au milieu de la pièce, on souleva, à force de leviers, la table qui, seule avec les boucles et la clef, pesait deux mille cinq cents livres. On commença à trois heures cinquante-six minutes : huit hommes chargeaient continuellement la table ; à cinq heures trente-neuf minutes la pièce n'avait encore plié que de deux pouces, quoique chargée de seize milliers ; à cinq heures quarante-cinq minutes, elle avait plié de deux pouces et demi, et elle était chargée de dix-huit mille cinq cents livres ; à cinq heures cinquante-une minutes, elle avait plié de trois pouces, et était chargée de vingt-un milliers ; à six heures une minute, elle avait plié de trois pouces et demi, et elle était chargée de vingt-trois mille six cent vingt-cinq livres : dans cet instant elle fit un éclat comme un coup de pistolet ; aussitôt on discontinua de charger, et la pièce plia d'un demi-pouce de plus, c'est-à-dire de quatre pouces en tout. Elle continua d'éclater avec grande violence pendant plus d'une heure, et il en sortait par les bouts une espèce de fumée avec un sifflement. Elle plia de près de sept pouces avant que de rompre absolument, et supporta, pendant tout ce temps, la charge de vingt-trois mille six cent vingt-cinq livres. Une partie des fibres ligneuses était coupée net comme si on l'eût sciée, et le reste s'était rompu en se déchirant, en se tirant et laissant des intervalles à peu près comme on en voit entre les dents d'un peigne ; l'arête de la boucle de fer qui avait trois lignes de largeur, et sur laquelle portait toute la charge, était entrée d'une ligne et demie dans le bois de la pièce, et avait fait refouler de chaque côté un faisceau de fibres, et le petit nœud qui était à la face supérieure n'avait point du tout contribué à la faire rompre.

J'ai un journal où il y a plus de cent expériences aussi détaillées que celle-ci, dont il y en a plusieurs qui sont plus fortes. J'en ai fait sur des pièces de dix, douze, quatorze, seize, dix-huit, vingt, vingt-deux, vingt-quatre, vingt-six et vingt-huit pieds de longueur et de toutes grosseurs, depuis quatre jusqu'à huit pouces d'équarrissage, et j'ai toujours, pour une même

longueur et grosseur, fait rompre trois ou quatre pieces pareilles, afin d'être assuré de leur force respective.

La première remarque que j'ai faite, c'est que le bois ne casse jamais sans avertir, à moins que la pièce ne soit fort petite ou fort sèche ; le bois vert casse plus difficilement que le bois sec; et, en général, le bois qui a du ressort résiste beaucoup plus que celui qui n'en a pas : l'aubier, le bois des branches, celui du sommet de la tige d'un arbre, tout le bois jeune est moins fort que le bois plus âgé. La force du bois n'est pas proportionnelle à son volume; une pièce double ou quadruple d'une autre pièce de même longueur est beaucoup plus du double ou du quadruple plus forte que la première. Par exemple, il ne faut pas quatre milliers pour rompre une pièce de dix pieds de longueur et de quatre pouces d'équarrissage, et il en faut dix pour rompre une pièce double; il faut vingt-six milliers pour rompre une pièce quadruple, c'est-à-dire une pièce de dix pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage. Il en est de même pour la longueur : il semble qu'une pièce de huit pieds, et de même grosseur qu'une pièce de seize pieds, doit, par les règles de la mécanique, porter juste le double ; cependant elle porte beaucoup moins. Je pourrais donner les raisons physiques de tous ces faits ; mais je me borne à donner des faits. Le bois qui, dans le même terrain, croît le plus vite, est le plus fort; celui qui a crû lentement, et dont les cercles annuels, c'est-à-dire les couches ligneuses, sont minces, est plus faible que l'autre.

J'ai trouvé que la force du bois est proportionnelle à sa pesanteur ; de sorte qu'une pièce de même longueur et grosseur, mais plus pesante qu'une autre pièce, sera aussi plus forte à peu près en même raison. Cette remarque donne les moyens de comparer la force des bois qui viennent de différents pays et de différents terrains, et étend infiniment l'utilité de mes expériences ; car, lorsqu'il s'agira d'une construction importante ou d'un ouvrage de conséquence, on pourra aisément, au moyen de ma table, et en pesant les pièces, ou seulement des échantillons de ces pièces, s'assurer de la force du bois qu'on emploie, et on évitera le double inconvénient d'employer trop ou trop peu de cette matière, que souvent on prodigue mal à propos, et que quelquefois on ménage avec encore moins de raison.

On serait porté à croire qu'une pièce qui comme dans mes expériences, est posée librement sur deux tréteaux, doit porter beaucoup moins qu'une pièce retenue par les deux bouts, et infixée dans une muraille, comme sont les poutres et les solives d'un bâtiment : mais si on fait réflexion qu'une pièce que je suppose de vingt-quatre pieds de longueur, en baissant de six pouces dans son milieu, ce qui est souvent plus qu'il n'en faut pour la faire rompre, ne hausse en même temps que d'un demi-pouce à chaque bout, et que même elle ne hausse guère que de trois lignes, parce que la charge tire le bout hors de la muraille souvent beaucoup plus qu'elle ne le fait hausser, on verra bien que mes expériences s'appliquent à la position ordinaire des poutres dans un bâtiment. La force qui les fait rompre, en les obligeant de plier dans le milieu et de hausser par les bouts, est cent fois plus considérable que celle des plâtres et des mortiers qui cèdent et se dégradent aisément; et je puis assurer, après l'avoir éprouvé, que la différence de force d'une pièce posée sur deux appuis et libre par les bouts, et de celle d'une pièce fixée par les deux bouts dans une muraille bâtie à l'ordinaire, est si petite, qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention.

J'avoue qu'en retenant une pièce par des ancres de fer, en la posant sur des pierres de taille dans une bonne muraille, on augmente considérablement sa force. J'ai quelques expériences sur cette position, dont je pourrai donner les résultats. J'avouerai même de plus que, si cette pièce était invinciblement retenue et inébranlablement contenue par les deux bouts dans des enchâtres d'une matière inflexible et parfaitement dure, il faudrait une force presque infinie pour la rompre ; car on peut démontrer que, pour rompre une pièce ainsi posée, il faudrait une force beaucoup plus grande que la force nécessaire pour rompre une pièce de bois debout, qu'on tirerait ou qu'on presserait suivant sa longueur.

Dans les bâtiments et les *contignations* ordinaires, les pièces de bois sont chargées dans toute leur longueur et en différents points, au lieu que dans mes expériences toute la charge est réunie dans un seul point au milieu ; cela fait une différence considérable, mais qu'il est aisé de déterminer au juste ; c'est une affaire de calcul que tout constructeur un peu versé dans la mécanique pourra suppléer aisément.

Pour essayer de comparer les effets du temps sur la résistance du bois, et pour reconnaître combien il diminue de sa force, j'ai choisi quatre pièces de dix-huit pieds de longueur sur sept pouces de grosseur; j'en ai fait rompre deux, qui, en nombres ronds, ont porté neuf milliers chacune pendant une heure : j'ai fait charger les deux autres de six milliers seulement, c'est-à-dire des deux tiers de la première charge, et je les ai laissées ainsi chargées, résolu d'attendre l'événement. L'une de ces pièces a cassé au bout de cinq mois et vingt-cinq jours, et l'autre au bout de six mois et dix-sept jours. Après cette expérience, je fis travailler deux autres pièces toutes pareilles, et je ne les fis charger que de la moitié, c'est-à-dire de quatre mille cinq cents livres; je les ai tenues pendant plus de deux ans ainsi chargées : elles n'ont pas rompu, mais elles ont plié assez considérablement. Ainsi, dans des bâtiments qui doivent durer longtemps, il ne faut donner au bois tout au plus que la moitié de la charge qui peut le faire rompre, et il n'y a que dans des cas pressants et dans des constructions qui ne doivent pas durer, comme lorsqu'il faut faire un pont pour passer une armée, ou un échafaud pour secourir on assaillir une ville, qu'on peut hasarder de donner au bois les deux tiers de sa charge.

Je ne sais s'il est nécessaire d'avertir que j'ai rebuté plusieurs pièces qui avaient des défauts, et que je n'ai compris dans ma Table que les expériences dont j'ai été satisfait. J'ai encore rejeté plus de bois que je n'en ai employé; les nœuds, le fil tranché et les autres défauts du bois sont assez aisés à voir; mais il est difficile de juger de leur effet par rapport à la force d'une pièce. Il est sûr qu'ils la diminuent beaucoup, et j'ai trouvé un moyen d'estimer à peu près la diminution de force causée par un nœud. On sait qu'un nœud est une espèce de cheville adhérente à l'intérieur du bois; on peut même connaître à peu près, par le nombre des cercles annuels qu'il contient, la profondeur à laquelle il pénètre. J'ai fait faire des trous en forme de cône et de même profondeur dans des pièces qui étaient sans nœuds, et j'ai rempli ces trous avec des chevilles de même figure; j'ai fait rompre ces pièces, et j'ai reconnu par là combien les nœuds ôtent de force au bois, ce qui est beaucoup au delà de ce qu'on pourrait imaginer : un nœud qui se trouvera ou une cheville qu'on mettra à la face inférieure, et surtout à l'une des arêtes, diminue quelquefois d'un quart la force de la pièce. J'ai aussi essayé de reconnaître, par plusieurs expériences, la diminution de force causée par le fil tranché du bois. Je suis obligé de supprimer les résultats de ces épreuves qui demandent beaucoup de détail; qu'il me soit permis cependant de rapporter un fait qui paraîtra singulier, c'est qu'ayant fait rompre des pièces courbes, telles qu'on les emploie pour la construction des vaisseaux, des dômes, etc., j'ai trouvé qu'elles résistent davantage en opposant à la charge le côté concave. On imaginerait d'abord le contraire, et on penserait qu'en opposant le côté convexe, comme la pièce fait voûte, elle devrait résister davantage; cela serait vrai pour une pièce dont les fibres longitudinales seraient courbes naturellement, c'est-à-dire pour une pièce courbe, dont le fil du bois serait continu et non tranché; mais comme les pièces courbes dont je me suis servi, et presque toutes celles dont on se sert dans les constructions, sont prises dans un arbre qui a de l'épaisseur, la partie intérieure de ces couches est beaucoup plus tranchée que la partie extérieure, et par conséquent elle résiste moins, comme je l'ai trouvé par mes expériences.

Il semblerait que des épreuves faites avec tant d'appareil et en si grand nombre ne devraient rien laisser à désirer, surtout dans une matière aussi simple que celle-ci; cependant je dois convenir, et je l'avouerais volontiers, qu'il reste encore bien des choses à trouver : je n'en citerai que quelques-unes. On ne connaît pas le rapport de la force de la cohérence longitudinale du bois à la force de son union transversale, c'est-à-dire quelle force il faut pour rompre, et quelle force il faut pour fendre une pièce. On ne connaît pas la résistance du bois dans des positions différentes de celle que supposent mes expériences, positions cependant assez ordinaires dans les bâtiments, et sur lesquelles il serait très-important d'avoir des règles certaines; je veux parler de la force des bois debout, des bois inclinés, des bois retenus par une seule de leurs extrémités, etc. Mais en partant des résultats de mon travail, on pourra parvenir aisément à ces connaissances qui nous manquent. Passons maintenant au détail de mes expériences.

J'ai d'abord recherché quels étaient la densité et le poids du bois de chêne dans les différents âges, quelle proportion il y a entre la pesanteur du bois qui occupe le centre, et la pesanteur du

bois de la circonférence, et encore entre la pesanteur du bois parfait et celle de l'aubier, etc. M. Duhamel m'a dit qu'il avait fait des expériences à ce sujet; l'attention scrupuleuse avec laquelle les miennes ont été faites me donne lieu de croire qu'elles se trouveront d'accord avec les siennes.

J'ai fait tirer un bloc du pied d'un chêne abattu le même jour, et ayant posé la pointe d'un compas au centre des cercles annuels, j'ai décrit une circonférence de cercle autour de ce centre; et ensuite, ayant posé la pointe du compas au milieu de l'épaisseur de l'aubier, j'ai décrit un pareil cercle dans l'aubier. J'ai fait ensuite tirer de ce bloc deux petits cylindres, l'un de cœur de chêne, et l'autre d'aubier, et les ayant posés dans les bassins d'une bonne balance hydrostatique, et qui penchait sensiblement à un quart de grain, je les ai ajustés en diminuant peu à peu le plus pesant des deux, et lorsqu'ils m'ont paru parfaitement en équilibre, je les ai pesés : ils pesaient également chacun 371 grains. Les ayant ensuite pesés séparément dans l'eau, où je ne fis que les plonger un moment, j'ai trouvé que le morceau de cœur perdait dans l'eau 317 grains, et le morceau d'aubier 344 des mêmes grains. Le peu de temps qu'ils demeurèrent dans l'eau rendit insensible la différence de leur augmentation de volume par l'imbibition de l'eau, qui est très-différente dans le cœur du chêne et dans l'aubier.

Le même jour j'ai fait faire deux autres cylindres, l'un de cœur et l'autre d'aubier de chêne, tirés d'un autre bloc, pris dans un arbre à peu près de même âge que le premier, et à la même hauteur de terre. Ces deux cylindres pesaient chacun 1978 grains; le morceau de cœur de chêne perdit dans l'eau 1635 grains, et le morceau d'aubier 1784. En comparant cette expérience avec la première, on trouve que le cœur de chêne ne perd dans cette seconde expérience que 307 ou environ sur 371, au lieu de 317 $\frac{1}{2}$; et de même que l'aubier ne perd sur 371 grains que 330, au lieu de 344, ce qui est à peu près la même proportion entre le cœur et l'aubier. La différence réelle ne vient que de la densité différente tant du cœur que de l'aubier du second arbre, dont tout le bois en général était plus solide et plus dur que le bois du premier.

Trois jours après j'ai pris dans un des morceaux d'un autre chêne, abattu le même jour que les précédents, trois cylindres, l'un au centre de l'arbre, l'autre à la circonférence du cœur, et le troisième à l'aubier, qui pesaient tous trois 975 grains dans l'air; et les ayant pesés dans l'eau, le bois du centre perdit 873 grains, celui de la circonférence du cœur perdit 906, et l'aubier 938 grains. En comparant cette troisième expérience avec les deux précédentes, on trouve que 371 grains du cœur du premier chêne perdaut 317 grains $\frac{1}{2}$, 371 grains du cœur du second chêne auraient dû perdre 332 grains à peu près; et de même que 371 grains d'aubier du premier chêne perdant 344 grains, 371 grains du second chêne auraient dû perdre 330 grains, et 371 grains de l'aubier du troisième chêne auraient dû perdre 356 grains, ce qui ne s'éloigne pas beaucoup de la première proportion; la différence réelle de la perte, tant du cœur que de l'aubier de ce troisième chêne, venant de ce que son bois était plus léger et un peu plus sec que celui des deux autres. Prenant donc la mesure moyenne entre ces trois différents bois de chêne, on trouve que 371 grains de cœur perdent dans l'eau 319 grains $\frac{1}{2}$ de leur poids, et que 371 grains d'aubier perdent 343 grains de leur poids : donc le volume du cœur de chêne est au volume de l'aubier :: 319 $\frac{1}{2}$: 343, et les masses :: 343 : 319 $\frac{1}{2}$, ce qui fait environ un quinzième pour la différence entre les poids spécifiques du cœur et de l'aubier.

J'avais choisi, pour faire cette troisième expérience, un morceau de bois dont les couches ligneuses m'avaient paru assez égales dans leur épaisseur, et j'enlevai mes trois cylindres de telle façon, que le centre de mon cylindre du milieu, qui était pris à la circonférence du cœur, était également éloigné du centre de l'arbre où j'avais enlevé mon premier cylindre de cœur, et du centre du cylindre d'aubier. Par là j'ai reconnu que la pesanteur du bois décroît à peu près en progression arithmétique, car la perte du cylindre du centre étant 873, et celle du cylindre d'aubier étant 938, on trouvera, en prenant la moitié de la somme de ces deux nombres, que le bois de la circonférence du cœur doit perdre 905 $\frac{1}{2}$, et par l'expérience je trouve qu'il a perdu 906; ainsi le bois, depuis le centre jusqu'à la dernière circonférence de l'aubier, diminue de densité en progression arithmétique.

Je me suis assuré, par des épreuves semblables à celles que je viens d'indiquer, de la diminution de pesanteur du bois dans sa longueur; le bois du pied d'un arbre pèse plus que le bois du

tronc au milieu de sa hauteur, et celui de ce milieu pèse plus que le bois du sommet, et cela à peu près en progression arithmétique, tant que l'arbre prend de l'accroissement; mais il vient un temps où le bois du centre et celui de la circonférence du cœur pèsent à peu près également, et c'est le temps auquel le bois est dans sa perfection.

Les expériences ci-dessus ont été faites sur des arbres de soixante ans, qui croissaient encore, tant en hauteur qu'en grosseur; et les ayant répétées sur des arbres de quarante-six ans, et encore sur des arbres de trente-trois ans, j'ai toujours trouvé que le bois du centre à la circonférence, et du pied de l'arbre au sommet, diminuait de pesanteur à peu près en progression arithmétique.

Mais, comme je viens de l'observer, dès que les arbres cessent de croître, cette proportion commence à varier. J'ai pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent ans trois cylindres, comme dans les épreuves précédentes, qui tous trois pesaient 2004 grains dans l'air; celui du centre perdit dans l'eau 1713 grains, celui de la circonférence du cœur 1718 grains, et celui de l'aubier 1779 grains.

Par une seconde épreuve, j'ai trouvé que de trois autres cylindres, pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent dix ans, et qui pesaient dans l'air 1122 grains, celui du centre perdit 1002 grains dans l'eau, celui de la circonférence du cœur 997 grains, et celui de l'aubier 1023 grains. Cette expérience prouve que le cœur n'était plus la partie la plus solide de l'arbre, et elle prouve en même temps que l'aubier est plus pesant et plus solide dans les vieux que dans les jeunes arbres.

J'avoue que dans les différents climats, dans les différents terrains, et même dans le même terrain, cela varie prodigieusement, et qu'on peut trouver des arbres situés assez heureusement pour prendre encore de l'accroissement en hauteur à l'âge de cent cinquante ans; ceux-ci font une exception à la règle : mais, en général, il est constant que le bois augmente de pesanteur jusqu'à un certain âge dans la proportion que nous avons établie, qu'après cet âge le bois des différentes parties de l'arbre devient à peu près d'égale pesanteur, et c'est alors qu'il est dans sa perfection; et enfin, que sur son déclin le centre de l'arbre venant à s'obstruer, le bois du cœur se dessèche, faute de nourriture suffisante, et devient plus léger que le bois de la circonférence à proportion de la profondeur, de la différence du terrain et du nombre des circonstances qui peuvent prolonger ou raccourcir le temps de l'accroissement des arbres.

Ayant reconnu par les expériences précédentes la différence de la densité du bois dans les différents âges et dans les différents états où il se trouve avant que d'arriver à sa perfection, j'ai cherché qu'elle était la différence de la force, aussi dans les mêmes différents âges; et pour cela j'ai fait tirer du centre de plusieurs arbres, tous de même âge, c'est-à-dire d'environ soixante ans, plusieurs barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi quatre qui étaient les plus parfaits; ils pesaient :

1er	2e	3e	4e barreau.
onces.	onces.	onces.	onces.
26[illegible]	26[illegible]	26[illegible]	26[illegible].

Ils ont rompu sous la charge de

301l.....289l.....272l.....272l.

Ensuite j'ai pris plusieurs morceaux du bois de la circonférence du cœur, de même longueur et de même équarrissage, c'est-à-dire de 3 pieds sur 1 pouce, entre lesquels j'ai choisi quatre des plus parfaits ; ils pesaient :

1er	1e	3e	4e barreau.
onces.	onces.	onces.	onces.
25[illegible]	25[illegible]	25[illegible]	25[illegible].

Ils ont rompu sous la charge de

262l.....258l.....255l.....255l.

Et de même ayant pris quatre morceaux d'aubier, ils pesaient :

1er	2e	3e	4e barreau.
onces.	onces.	onces.	onces.
25[illegible]	24[illegible]	24[illegible]	24[illegible].

Ils ont rompu sous la charge de

248l. . . .242l. . . 241l. . . 250l.

Ces épreuves me firent soupçonner que la force du bois pourrait bien être proportionnelle à sa pesanteur; ce qui s'est trouvé vrai, comme on le verra par la suite de ce Mémoire. J'ai répété les mêmes expériences sur des barreaux de 2 pieds, sur d'autres de 18 pouces de longueur et d'un pouce d'équarrissage. Voici le résultat de ces expériences.

BARREAUX DE DEUX PIEDS[1].

Poids.

	1er	2e	3e	4e barr.
	onces.	onces.	onces.	onces.
Centre	17[illegible]	16[illegible]	16[illegible]	16[illegible].
Circonférence	15[illegible]	15[illegible]	15[illegible]	15[illegible].
Aubier	14[illegible]	14[illegible]	14[illegible]	14[illegible].

[1] Il faut remarquer que, comme l'arbre était assez gros, je

Charges.

Centre	405l.	415l.	428l.	439l.
Circonférence	356	350	346	346.
Aubier	340	331	325	316.

BARREAUX DE DIX-HUIT POUCES.

Poids.

	1er	2e	3e	4e barr.
	onces.	onces.	onces.	onces.
Centre	13 [illegible]	13 [illegible]	13 [illegible]	13.
Circonférence	12 [illegible]	12 [illegible]	12 [illegible]	12 [illegible].
Aubier	11 [illegible]	11 [illegible]	11 [illegible]	11 [illegible].

Charges.

Centre	488l.	486l.	478l.	477l.
Circonférence	460	431	443	441.
Aubier	439	438	428	428.

BARREAUX D'UN PIED.

Poids.

	1er	2e	3e	4e barr.
	onces.	onces.	onces.	onces.
Centre	8 [illegible]	8 [illegible]	8 [illegible]	8 [illegible].
Circonférence	8 [illegible]	7 [illegible]	7 [illegible]	7 [illegible].
Aubier	7 [illegible]	7 [illegible]	7	6 [illegible]

Charges.

Centre	761l.	761l.	750l.	751l.
Circonférence	721	700	693	698.
Aubier	668	652	651	643.

En comparant toutes ces expériences, on voit que la force du bois ne suit pas bien exactement la même proportion que sa pesanteur ; mais on voit toujours que cette pesanteur diminue, comme dans les premières expériences, du centre à la circonférence. On ne doit pas s'étonner de ce que ces expériences ne sont pas suffisantes pour juger exactement de la force du bois ; car les barreaux tirés du centre de l'arbre sont autrement composés que les barreaux de la circonférence ou de l'aubier, et je ne fus pas longtemps sans m'apercevoir que cette différence dans la position, tant des couches ligneuses que des cloisons qui les unissent, devait influer beaucoup sur la résistance du bois.

J'examinai donc avec plus d'attention la forme et la situation des couches ligneuses dans les différents barreaux tirés des différentes parties du tronc de l'arbre : je vis que les barreaux tirés du centre contenaient dans le milieu un cylindre de bois rond, et qu'ils n'étaient tranchés qu'aux arêtes ; je vis que ceux de la circonférence du cœur formaient des plans presque parallèles entre eux avec une courbure assez sensible, et que ceux de l'aubier étaient presque absolument parallèles avec une courbure insensible. J'observai de plus que le nombre des couches ligneuses variait très-considérablement dans les différents barreaux, de sorte qu'il y en avait qui ne contenaient que sept couches ligneuses, et d'autres en contenaient quatorze dans la même épaisseur d'un pouce. Je m'aperçus aussi que la position de ces couches ligneuses, et le sens où elles se trouvaient lorsqu'on faisait rompre le barreau, devaient encore faire varier leur résistance, et je cherchai les moyens de connaître au juste la proportion de cette variation.

J'ai fait tirer du même pied d'arbre, à la circonférence du cœur, deux barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce et demi d'équarrissage ; chacun de ces deux barreaux contenait quatorze couches ligneuses, presque parallèles entre elles. Le premier pesait 3 livres 2 onces $\frac{1}{8}$, et le second 3 livres 2 onces $\frac{1}{2}$. J'ai fait rompre ces deux barreaux, en les exposant de façon que dans le premier les couches ligneuses se trouvaient posées horizontalement ; et dans le second elles étaient situées verticalement. Je prévoyais que cette dernière position devait être avantageuse ; et, en effet, le premier rompit sous la charge de 832 livres, et le second ne rompit que sous celle de 972 livres.

J'ai de même fait tirer plusieurs petits barreaux d'un pouce d'équarrissage sur un pied de longueur ; l'un de ces barreaux, qui pesait 7 onces $\frac{10}{32}$, et contenait douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 784 livres ; l'autre, qui pesait 8 onces, et contenait aussi douze couches ligneuses posées verticalement, n'a rompu que sous 860 livres.

Des deux autres pareils barreaux, dont le premier pesait 7 onces, et contenait huit couches ligneuses, et le second 7 onces $\frac{10}{32}$, et contenait aussi huit couches ligneuses : le premier, dont les couches ligneuses étaient posées horizontalement, a rompu sous 778 livres ; et l'autre, dont les couches étaient posées verticalement, a rompu sous 828 livres.

J'ai de même fait tirer des barreaux de 2 pieds de longueur sur un pouce $\frac{1}{2}$ d'équarrissage. L'un de ces barreaux, qui pesait 2 livres 7 onces $\frac{1}{16}$, et contenait douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 1217 livres ; et l'autre qui pesait 2 livres 7 onces $\frac{1}{8}$, et qui contenait aussi douze couches ligneuses, a rompu sous 1294 livres.

bois de la circonférence était beaucoup plus éloigné du bois du centre que de celui de l'aubier.

Toutes ces expériences concourent à prouver qu'un barreau ou une solive résiste bien davantage lorsque les couches ligneuses qui le composent sont situées perpendiculairement ; elles prouvent aussi que, plus il y a de couches ligneuses dans les barreaux ou autres petites pièces de bois, plus la différence de la force de ces pièces dans les deux positions opposées est considérable. Mais, comme je n'étais pas encore pleinement satisfait à cet égard, j'ai fait la même expérience sur des planches mises les unes contre les autres, et je les rapporterai dans la suite, ne voulant point interrompre ici l'ordre des temps de mon travail, parce qu'il me paraît plus naturel de donner les choses comme on les a faites.

Les expériences précédentes ont servi à me guider pour celles qui doivent suivre ; elles m'ont appris qu'il y a une différence considérable entre la pesanteur et la force du bois dans un même arbre, selon que ce bois est pris au centre ou à la circonférence de l'arbre ; elles m'ont fait voir que la situation des couches ligneuses faisait varier la résistance de la même pièce de bois. Elles m'ont encore appris que le nombre des couches ligneuses influe sur la force du bois ; et dès lors j'ai reconnu que les tentatives qui ont été faites jusqu'à présent sur cette matière sont insuffisantes pour déterminer la force du bois : car toutes ces tentatives ont été faites sur de petites pièces d'un pouce ou d'un pouce et demi d'équarrissage, et on a fondé sur ces expériences le calcul des Tables qu'on nous a données pour la résistance des poutres, solives et pièces de toute grosseur et longueur, sans avoir fait aucune des remarques que nous avons énoncées ci-dessus.

Après ces premières connaissances de la force du bois, qui ne sont encore que des notions assez peu complètes, j'ai cherché à en acquérir de plus précises ; j'ai voulu m'assurer d'abord si, de deux morceaux de bois de même longueur et de même figure, mais dont le premier était double du second pour la grosseur, le premier avait une résistance double ; et pour cela, j'ai choisi plusieurs morceaux, pris dans les mêmes arbres et à la même distance du centre, ayant le même nombre d'années, situés de la même façon, avec toutes les circonstances nécessaires pour établir une juste comparaison.

J'ai pris, à la même distance du centre d'un arbre, quatre morceaux de bois parfait, chacun de 2 pouces d'équarrissage sur 18 pouces de longueur ; ces quatre morceaux ont rompu sous 3,226, 3,062, 2,983 et 2,890 livres, c'est-à-dire sous la charge moyenne de 3,040 livres. J'ai de même pris quatre morceaux de 17 lignes, faibles d'équarrissage, sur la même longueur, ce qui fait à très-peu près la moitié de grosseur des quatre premiers morceaux, et j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 1,304, 1,274, 1,331, 1,198 livres, c'est-à-dire, au pied moyen, sous 1,252 livres. Et de même j'ai pris quatre morceaux d'un pouce d'équarrissage sur la même longueur de 18 pouces, ce qui fait le quart de grosseur des premiers, et j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 526, 517, 500, 496 livres, c'est-à-dire, au pied moyen, sous 510 livres. Cette expérience fait voir que la force d'une pièce n'est pas proportionnelle à sa grosseur ; car ces grosseurs étant 1, 2, 4, les charges devraient être 510, 1,020, 2,040, au lieu qu'elles sont en effet 510, 1,252, 3,040 ; ce qui est fort différent, comme l'avaient déjà remarqué quelques auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides.

J'ai pris de même plusieurs barreaux d'un pied, de 18 pouces, de 2 pieds et de 3 pieds de longueur, pour reconnaître si les barreaux d'un pied porteraient une fois autant que ceux de 2 pieds, et pour m'assurer si la résistance des pièces diminue justement dans la même raison que leur longueur augmente. Les barreaux d'un pied supportèrent, au pied moyen, 765 livres ; ceux de 18 pouces, 500 livres ; ceux de 2 pieds, 369 livres ; et ceux de 3 pieds, 230 livres. Cette expérience me laissa dans le doute, parce que les charges n'étaient pas fort différentes de ce qu'elles devaient être ; car au lieu de 765, 500, 369 et 230, la règle du levier demandait 765, 510 $\frac{1}{2}$, 382 et 255 livres, ce qui ne s'éloigne pas assez pour pouvoir conclure que la résistance des pièces de bois ne diminue pas en même raison que leur longueur augmente : mais d'un autre côté cela s'éloigne assez pour qu'on suspende son jugement ; et en effet on verra par la suite que l'on a ici raison de douter.

J'ai ensuite cherché quelle était la force du bois, en supposant la pièce inégale dans ses dimensions ; par exemple, en la supposant d'un pouce d'épaisseur, sur 1 pouce $\frac{1}{2}$ de largeur, et en la plaçant sur l'une et ensuite sur l'autre de ces dimensions ; et pour cela j'ai fait faire quatre barreaux d'aubier de 18 pouces de longueur, sur 1 pouce $\frac{1}{2}$ d'une face, et sur 1 pouce de l'au-

tre face. Ces quatre barreaux, posés sur la face d'un pouce, ont supporté, au prix moyen, 723 livres; et quatre autres barreaux tous semblables, posés sur la face d'un pouce $\frac{1}{2}$, ont supporté, au pied moyen, 935 livres $\frac{1}{2}$. Quatre barreaux de bois parfait, posés sur la face d'un pouce, out supporté, au pied moyen, 775; et sur la face d'un pouce $\frac{1}{2}$, 998 livres. Il faut toujours se souvenir que, dans ces expériences, j'avais soin de choisir des morceaux de bois à peu près de même pesanteur, et qui contenaient le même nombre de couches ligneuses posées du même sens.

Avec toutes ces précautions et toute l'attention que je donnais à mon travail, j'avais souvent peine à me satisfaire; je m'apercevais quelquefois d'irrégularités et de variations qui dérangeaient les conséquences que je voulais tirer de mes expériences, et j'en ai plus de mille rapportées sur un registre, que j'ai faites à plusieurs desseins, dont cependant je n'ai pu rien tirer, et qui m'ont laissé dans une incertitude manifeste à bien des égards. Comme toutes ces expériences se faisaient avec des morceaux de bois d'un pouce, d'un pouce et demi ou de deux pouces d'équarrissage, il fallait une attention très-scrupuleuse dans le choix du bois, une égalité presque parfaite dans la pesanteur, le même nombre dans les couches ligneuses; et, outre cela, il y avait un inconvénient presque inévitable, c'était l'obliquité de la direction des fibres, qui, souvent, rendait les morceaux de bois tranchés les uns d'une couche, les autres d'une demi-couche, ce qui diminuait considérablement la force du barreau. Je ne parle pas des nœuds, des défauts du bois, de la direction très-oblique des couches ligneuses; on sent bien que tous ces morceaux étaient rejetés sans se donner la peine de les mettre à l'épreuve. Enfin, de ce grand nombre d'expériences que j'ai faites sur de petits morceaux, je n'en ai pu tirer rien d'assuré que les résultats que j'ai donnés ci-dessus, et je n'ai pas cru devoir hasarder d'en tirer des conséquences générales pour faire des tables sur la résistance du bois.

Ces considérations et les regrets des peines perdues me déterminèrent à entreprendre de faire des expériences en grand : je voyais clairement la difficulté de l'entreprise, mais je ne pouvais me résoudre à l'abandonner; et, heureusement, j'ai été beaucoup plus satisfait que je ne l'espérais d'abord.

EXPÉRIENCES.

I. J'ai fait abattre un chêne de 3 pieds de circonférence, et d'environ 25 pieds de hauteur; il était droit et sans branches jusqu'à la hauteur de 15 à 16 pieds; je l'ai fait scier à 14 pieds, afin d'éviter les défauts du bois, causés par l'éruption des branches, et ensuite j'ai fait scier par le milieu cette pièce de 14 pieds; cela m'a donné deux pièces de 7 pieds chacune; je les ai fait équarrir le lendemain par des charpentiers, et le surlendemain je les ai fait travailler à la varlope par des menuisiers, pour les réduire à quatre pouces juste d'équarrissage. Ces deux pièces étaient fort saines et sans aucun nœud apparent; celle qui provenait du pied de l'arbre pesait 60 livres; celle qui venait du dessus du tronc pesait 56 livres. On employa à charger la première vingt-neuf minutes de temps; elle plia dans son milieu de 3 pouces $\frac{1}{2}$, avant que d'éclater; à l'instant que la pièce eût éclaté, on discontinua de la charger; elle continua d'éclater et de faire beaucoup de bruit pendant vingt-deux minutes; elle baissa dans son milieu de 4 pouces $\frac{1}{2}$, et rompit sous la charge de 5,350 livres. La seconde pièce, c'est-à-dire celle qui provenait de la partie supérieure du tronc, fut chargée en vingt-deux minutes; elle plia dans son milieu de 4 pouces 6 lignes avant que d'éclater; alors on cessa de la charger; elle continua d'éclater pendant huit minutes, et elle baissa dans son milieu de 6 pouces 6 lignes, et rompit sous la charge de 5,275 livres.

II. Dans le même terrain où j'avais fait couper l'arbre qui m'a servi à l'expérience précédente, j'en ai fait abattre un autre presque semblable au premier; il était seulement un peu plus élevé, quoique un peu moins gros; sa tige était assez droite, mais elle laissait paraître plusieurs petites branches de la grosseur d'un doigt dans la partie supérieure, et à la hauteur de 17 pieds elle se divisait en deux grosses branches : j'ai fait tirer de cet arbre deux solives de 8 pieds de longueur sur 4 pouces d'équarrissage, et je les ai fait rompre deux jours après, c'est-à-dire immédiatement après qu'on les eut travaillées et réduites à la juste mesure. La première solive qui provenait du pied de l'arbre, pesait 68 livres; et la seconde, tirée de la partie supérieure de la tige, ne pesait que 63 livres. On chargea cette première solive en quinze minutes; elle plia dans son milieu de 3 pouces

9 lignes avant que d'éclater; dès qu'elle ent éclaté, on cessa de la charger; la solive continua d'éclater pendant dix minutes; elle baissa dans son milieu de 8 pouces; après quoi elle rompit, en faisant beaucoup de bruit, sous le poids de 4,600 livres. La seconde solive fut chargée en treize minutes; elle plia de 4 pouces 8 lignes avant que d'éclater; et après le premier éclat, qui se fit à 3 pieds 2 pouces du milieu, elle baissa de 11 pouces en six minutes, et rompit au bout de ce temps, sous la charge de 4,500 livres.

III. Le même jour, je fis abattre un troisième chêne, voisin des deux autres, et j'en fis scier la tige par le milieu; on en tira deux solives de 9 pieds de longueur chacune sur 4 pouces d'équarrissage; celle du pied pesait 77 livres, et celle du sommet 71 livres; et les ayant fait mettre à l'épreuve, la première fut chargée en quatorze minutes; elle plia de 4 pouces 10 lignes avant que d'éclater, et ensuite elle baissa de 7 pouces $\frac{1}{2}$, et rompit sous la charge de 4,100 livres : celle du dessus de la tige, qui fut chargée en douze minutes, plia de 5 pouces $\frac{1}{2}$, et éclata; ensuite elle baissa jusqu'à 9 pouces, et rompit net sous la charge de 3,950 livres.

Ces expériences font voir que le bois du pied d'un arbre est plus pesant que le bois du haut de la tige; elles apprennent aussi que le bois du pied est plus fort et moins flexible que celui du sommet.

IV. J'ai choisi, dans le même canton où j'avais déjà pris les arbres qui m'ont servi aux expériences précédentes, deux chênes de même espèce, de même grosseur, et à peu près semblables en tout; leur tige avait 3 pieds de tour, et n'avait guère que 11 à 12 pieds de hauteur jusqu'aux premières branches : je les fis équarrir et travailler tous deux en même temps, et on tira de chacun une solive de 10 pieds de longueur sur 4 pouces d'équarrissage; l'une de ces solives pesait 84 livres, et l'autre 82; la première rompit sous la charge de 3,625 livres, et la seconde sous celle de 3,600 livres. Je dois observer ici qu'on employa un temps égal à les charger, et qu'elles éclatèrent toutes deux au bout de quinze minutes; la plus légère plia un peu plus que l'autre, c'est-à-dire de 6 pouces $\frac{1}{2}$, et l'autre de 5 pouces 10 lignes.

V. J'ai fait abattre, dans le même endroit, deux autres chênes de 2 pieds 10 à 11 pouces de grosseur, et d'environ 15 pieds de tige; j'en ai fait tirer deux solives de 12 pieds de longueur et de 4 pouces d'équarrissage : la première pesait 100 livres, et la seconde 98; la plus pesante a rompu sous la charge de 3,050 livres, et l'autre sous celle de 2,925 livres, après avoir plié dans le milieu, la première jusqu'à 7, et la seconde jusqu'à 8 pouces.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites sur des solives de 4 pouces d'équarrissage; je n'ai pas voulu aller au delà de la longueur de 12 pieds, parce que, dans l'usage ordinaire, les constructeurs et les charpentiers n'emploient que très-rarement des solives de 12 pieds sur 4 pouces d'équarrissage, et qu'il n'arrive jamais qu'ils se servent de pièces de 14 ou 15 pieds de longueur, et de 4 pouces de grosseur seulement.

En comparant la différente pesanteur des solives employées à faire les expériences ci-dessus, on trouve, par la première de ces expériences, que le pied cube de ce bois pesait 74 livres $\frac{4}{7}$; par la seconde 73 livres $\frac{6}{8}$; par la troisième 74, par la quatrième 74 $\frac{7}{10}$, et par la cinquième 74 $\frac{1}{4}$; ce qui marque que le pied cube de ce bois pesait, en nombre moyen, 74 livres $\frac{2}{10}$.

En comparant les différentes charges des pièces avec leur longueur, on trouve que les pièces de 7 pieds de longueur supportent 5,313 livres; celles de 8 pieds 4,550; celles de 9 pieds 4,025; celles de 10 pieds 3,612, et celles de 12 pieds 2,987; au lieu que, par les règles ordinaires de la mécanique, celles de 7 pieds ayant supporté 5,313 livres, celles de 8 pieds auraient dû supporter 4,649 livres, celles de 9 pieds 4,121, celles de 10 pieds 3,719, et celles de 12 pieds 3,099 livres; d'où l'on peut déjà soupçonner que la force du bois décroît plus qu'en raison inverse de sa longueur. Comme il me paraissait important d'acquérir une certitude entière sur ce fait, j'ai entrepris de faire les expériences suivantes sur des solives de 5 pouces d'équarrissage, et de toutes longueurs, depuis 7 pieds jusqu'à 28.

VI. Comme je m'étais astreint à prendre dans le même terrain tous les arbres que je destinais à mes expériences, je fus obligé de me borner à des pièces de 28 pieds de longueur : n'ayant pu trouver dans ce canton des chênes plus élevés, j'en ai choisi deux dont la tige avait 28 pieds sans grosses branches, et qui en tout avaient plus de 45 à 50 pieds de hauteur; ces chênes avaient à peu près 5 pieds de tour au pied. Je les ai fait

abattre le 14 mars 1740, et les ayant fait amener le même jour, je les ai fait équarrir le lendemain : on tira de chaque arbre une solive de 28 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage. Je les examinai avec attention pour reconnaître s'il n'y aurait pas quelques nœuds ou quelque défaut de bois vers le milieu, et je trouvai que ces deux longues pièces étaient fort saines : la première pesait 364 livres, et la seconde 360. Je fis charger la plus pesante avec un équipage léger : on commença à deux heures cinquante-cinq minutes ; à trois heures, c'est-à-dire au bout de cinq minutes, elle avait déjà plié de 3 pouces dans son milieu, quoiqu'elle ne fût encore chargée que de 500 livres ; à trois heures cinq minutes, elle avait plié de 7 pouces, et elle était chargée de 1000 livres ; à trois heures dix minutes, elle avait plié de 14 pouces sous la charge de 1500 livres ; enfin, à trois heures douze à treize minutes, elle avait plié de 18 pouces, et elle était chargée de 1800 livres. Dans cet instant, la pièce éclata violemment ; elle continua d'éclater pendant quatorze minutes, et baissa de 25 pouces ; après quoi elle rompit net au milieu, sous ladite charge de 1800 livres. La seconde pièce fut chargée de la même façon : on commença à quatre heures cinq minutes : on la chargea d'abord de 500 livres ; en cinq minutes elle avait plié de 5 pouces ; dans les cinq minutes suivantes on la chargea encore de 500 livres, elle avait plié de 11 pouces $\frac{1}{2}$; au bout de cinq autres minutes, elle avait plié de 18 pouces $\frac{1}{2}$, sous la charge de 1500 livres ; deux minutes après elle éclata sous celle de 1750 livres, et dans ce moment elle avait plié de 22 pouces. On cessa de la charger ; elle continua d'éclater pendant six minutes, et baissa jusqu'à 28 pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 1750 livres.

VII. Comme la plus pesante des deux pièces de l'expérience précédente avait rompu net dans son milieu, et que le bois n'était point éclaté ni fendu dans les parties voisines de la rupture, je pensai que les deux morceaux de cette pièce rompue pourraient me servir pour faire des expériences sur la longueur de 14 pieds : je prévoyais que la partie supérieure de cette pièce pèserait moins, et romprait plus aisément que l'autre morceau qui provenait de la partie inférieure du tronc ; mais en même temps je voyais bien qu'en prenant le terme moyen entre les résistances de ces deux solives, j'aurais un résultat qui ne s'éloignerait pas de la résistance réelle d'une pièce de 14 pieds[1], prise dans un arbre de cette hauteur ou environ. J'ai donc fait scier le reste des fibres qui unissaient encore les deux parties ; celle qui venait du pied de l'arbre se trouva peser 185 livres, et celle du sommet 178 livres $\frac{1}{2}$. La première fut chargée d'un millier dans les cinq premières minutes, elle n'avait pas plié sensiblement sous cette charge ; on l'augmenta d'un second millier de livres dans les cinq minutes suivantes, ce poids de deux milliers la fit plier d'un pouce dans son milieu ; un troisième millier en cinq autres minutes la fit plier en tout de 2 pouces ; un quatrième millier la fit plier jusqu'à 3 pouces $\frac{1}{2}$, et un cinquième millier jusqu'à 5 pouces $\frac{1}{2}$: on allait continuer à la charger ; mais après avoir ajouté 250 aux cinq milliers dont elle était chargée, il se fit un éclat à une des arêtes inférieures ; on discontinua de charger : les éclats continuèrent, et la pièce baissa dans le milieu jusqu'à 10 pouces avant de rompre entièrement sous cette charge de 5,250 livres ; elles avait supporté tout ce poids pendant quarante-une minutes.

On chargea la seconde pièce comme on avait chargé la première, c'est-à-dire d'un millier par cinq minutes : le premier millier la fit plier de 3 lignes, le second d'un pouce 4 lignes, le troisième de 3 pouces, le quatrième de 5 pouces 9 lignes : on chargeait le cinquième millier lorsque la pièce éclata tout à coup sous la charge de 4,650 livres : elle avait plié de 8 pouces. Après ce premier éclat on cessa de charger ; la pièce continua d'éclater pendant une demi-heure, et elle baissa jusqu'à 13 pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 4,650 livres.

La première pièce, qui provenait du pied de l'arbre, avait porté 5,250 livres ; et la seconde, qui venait du sommet, 4,650 livres : cette différence me parut trop grande pour statuer sur cette expérience ; c'est pourquoi je crus qu'il fallait réitérer, et je me servis de la seconde pièce de 28 pieds de la sixième expérience. Elle avait rompu en éclatant à 2 pieds du milieu, du côté de la partie supérieure de la tige ; mais la partie inférieure ne paraissait pas avoir beaucoup souffert de la rupture ; elle était seulement fendue de 4 à 5 pieds de longueur, et la fente, qui n'avait pas un quart de ligne d'ouverture, pénétrait jusqu'à la moitié ou environ de l'épaisseur de la pièce. Je résolus, malgré ce petit défaut, de la mettre à l'épreuve ; je la pesai et je trouvai qu'elle

pesait 183 livres. Je la fis charger comme les précédentes; on commença à midi vingt minutes : le premier millier la fit plier de près d'un pouce, le second de 2 pouces 10 lignes; le troisième de 5 pouces 3 lignes; et un poids de 150 livres ajouté aux trois milliers la fit éclater avec grande force; l'éclat fut rejoindre la fente occasionnée par la première rupture, et la pièce baissa de 15 pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 3150 livres. Cette expérience m'apprit à me défier beaucoup des pièces qui avaient été rompues ou chargées auparavant; car il se trouve ici une différence de près de deux milliers sur cinq dans la charge, et cette différence ne doit être attribuée qu'à la fente de la première rupture qui avait affaibli la pièce.

Étant donc encore moins satisfait, après cette troisième épreuve, que je ne l'étais apres les deux premières, je cherchai dans le même terrain deux arbres dont la tige pût me fournir deux solives de la même longueur de 14 pieds sur 5 pouces d'équarrissage; et les ayant fait couper le 17 mars, je les fis rompre le 19 du même mois : l'une des pièces pesait 178 et l'autre 176. Elles se trouvèrent heureusement fort saines et sans aucun défaut apparent ou caché. La première ne plia point sous le premier millier; elle plia d'un pouce sous le second, de 2 pouces ½ sous le troisième, de 4 pouces ½ sous le quatrième, et de 7 pouces ¼ sous le cinquième. On la chargea encore de 400 livres, après quoi elle fit un éclat violent, et continua d'éclater pendant vingt-une minutes : elle baissa jusqu'à 13 pouces, et rompit enfin sous la charge de 5400 livres. La seconde plia un peu sous le premier millier; elle plia d'un pouce 3 lignes sous le second, de 3 pouces sous le troisième, de 5 pouces sous le quatrième, et de près de 8 pouces sous le cinquième : 200 livres de plus la firent éclater. Elle continua à faire du bruit et à baisser pendant dix-huit minutes, et rompit au bout de ce temps sous la charge de 5200 livres. Ces deux dernières expériences me satisfirent pleinement, et je fus alors convaincu que les pièces de 14 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage, peuvent porter au moins cinq milliers, tandis que, par la loi du levier, elles n'auraient dû porter que le double des pièces de 28 pieds, c'est-à-dire 3600 livres ou environ

VIII. J'avais fait abattre le même jour deux autres chênes, dont la tige avait environ 16 à 17 pieds de hauteur sans branches, et j'avais fait scier ces deux arbres en deux parties égales; cela me donna quatre solives de 7 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage. De ces quatre solives je fus obligé d'en rebuter une qui provenait de la partie inférieure de l'un de ces arbres, à cause d'une tare assez considérable; c'était un ancien coup de cognée que cet arbre avait reçu dans sa jeunesse, à 3 pieds ½ au-dessus de terre. Cette blessure s'était recouverte avec le temps; mais la cicatrice n'était pas réunie et subsistait en entier, ce qui faisait un défaut très-considérable. Je jugeai donc que cette pièce devait être rejetée. Les trois autres étaient assez saines et n'avaient aucun défaut; l'une provenait du pied, et les deux autres du sommet des arbres : la différence de leur poids le marquait assez; car celle qui venait du pied pesait 94 livres, et des deux autres, l'une pesait 90 livres, et l'autre 88 livres ½. Je les fis rompre toutes trois le même jour 19 mars. On employa près d'une heure pour charger la première; d'abord on la chargeait de deux milliers par cinq minutes. On se servit d'un gros équipage qui pesait seul 2500 livres. Au bout de quinze minutes, elle était chargée de sept milliers; elle n'avait encore plié que de 5 lignes. Comme la difficulté de charger augmentait, on ne put, dans les cinq minutes suivantes, la charger que de 1500 livres; elle avait plié de 9 lignes. Mille livres, qu'on mit ensuite dans les cinq minutes suivantes, la firent plier d'un pouce 3 lignes; mille autres livres en cinq minutes l'amenèrent à 1 pouce 11 lignes; encore mille livres, à 2 pouces 6 lignes. On continuait de charger; mais la pièce éclata tout à coup et très-violemment sous la charge de 11775 livres. Elle continua d'éclater avec grande violence pendant dix minutes, baissa jusqu'à 3 pouces 7 lignes, et rompit net au milieu.

La seconde pièce, qui pesait 90 livres, fut chargée comme la première; elle plia plus aisément, et rompit au bout de trente-cinq minutes sous la charge de 10950 livres : mais il y avait un petit nœud à la surface inférieure, qui avait contribué à la faire rompre.

La troisième pièce, qui ne pesait que 88 livres ½, ayant été chargée en cinquante-trois minutes, rompit sous la charge de 11275 livres. J'observai qu'elle avait encore plus plié que les deux autres; mais on manqua de marquer exactement les quantités dont ces deux dernières pièces plièrent à mesure qu'on les chargeait. Par ces trois épreuves, il est aisé de voir que la

force d'une pièce de bois de 7 pieds de longueur, qui ne devrait être que quadruple de la force d'une pièce de bois de 28 pieds, est à peu près sextuple.

IX. Pour suivre plus loin ces épreuves et m'assurer de cette augmentation de force en détail et dans toutes les longueurs des pièces de bois, j'ait fait abattre, toujours dans le même canton, deux chênes fort lisses, dont la tige portait plus de 25 pieds sans aucune grosse branche; j'en ai fait tirer deux solives de 24 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage : ces deux pièces étaient fort saines et d'un bois liant qui se travaillait avec facilité. La première pesait 330 livres, et la seconde n'en pesait que 307. Je les ai fait charger avec un petit équipage de 500 livres par cinq minutes. La première a plié de 2 pouces sous une charge de 500 livres, de 4 pouces $\frac{1}{2}$ sous celle d'un millier, de 7 pouces $\frac{1}{2}$ sous 1500 livres, et de près de 11 pouces sous 2000 livres. La pièce éclata sous 2200, et rompit au bout de cinq minutes, après avoir baissé jusqu'à 15 pouces. La seconde pièce plia de 3 pouces, 6 pouces, 9 pouces $\frac{1}{2}$, 13 pouces sous les charges successives et accumulées de 500, 1000, 1500 et 2000 livres, et rompit sous 2125 livres, après avoir baissé jusqu'à 18 pouces.

X. Il me fallait deux pièces de 12 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage, pour comparer leur force avec celle des pièces de 14 pieds de l'expérience précédente ; j'ai choisi pour cela deux arbres qui étaient à la vérité un peu trop gros, mais que j'ai été obligé d'employer faute d'autres. Je les ai fait abattre le même jour avec huit autres arbres, savoir : deux de 22 pieds, deux de 20, et quatre de 12 à 13 pieds de hauteur. J'ai fait travailler le lendemain ces deux premiers arbres, et en ayant fait tirer deux solives de 12 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage, j'ai été un peu surpris de trouver que l'une des solives pesait 156, et que l'autre ne pesait que 138 livres. Je n'avais pas encore trouvé d'aussi grandes différences, même à beaucoup près, dans le poids de deux pièces semblables; je pensai d'abord, malgré l'examen que j'en avais fait, que l'une des pièces était trop forte et l'autre trop faible d'équarrissage; mais les ayant bien mesurées partout avec un trousquin de menuisier, et ensuite avec un compas courbe, je reconnus qu'elles étaient parfaitement égales; et comme elles étaient saines et sans aucun défaut, je ne laissai pas de les faire rompre toutes deux, pour reconnaître ce que cette différence de poids produirait. On les chargea toutes deux de la même façon, c'est-à-dire d'un millier en cinq minutes. La plus pesante plia de $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{3}{4}$, 4, 5 pouces $\frac{1}{2}$ dans les cinq, dix, quinze, vingt, vingt-cinq et trente minutes qu'on employa à la charger, et elle éclata sous la charge de 6050 livres, après avoir baissé jusqu'à 13 pouces avant que de rompre absolument. La moins pesante des deux pièces plia de $\frac{1}{2}$, 1, 2, $3\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{8}$ dans les cinq, dix, quinze, vingt et vingt-cinq minutes; et elle éclata sous la charge de 5225 livres, sous laquelle, au bout de 7 à 8 minutes, elle rompit entièrement. On voit que la différence est ici à peu près aussi grande dans les charges que dans les poids, et que la pièce légère était très-faible. Pour lever les doutes que j'avais sur cette expérience, je fis tout de suite travailler un autre arbre de 13 pieds de longueur j'en fis tirer une solive de 12 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage. Elle se trouva peser 154 livres, et elle éclata après avoir plié de 5 pouces 9 lignes, sous la charge de 6100 livres. Cela me fit voir que les pièces de 12 pieds sur 5 pouces peuvent supporter environ 6000 livres, tandis que les pièces de 24 pieds ne portent que 2200, ce qui fait un poids beaucoup plus fort que le double de 2200 qu'elles auraient dû porter par la loi du levier. Il me restait, pour me satisfaire sur toutes les circonstances de cette expérience, à trouver pourquoi, dans un même terrain, il se trouve quelquefois des arbres dont le bois est si différent en pesanteur et en résistance; j'allai, pour le découvrir, visiter le lieu, et, ayant sondé le terrain auprès du tronc de l'arbre qui avait fourni la pièce légère, je reconnus qu'il y avait un peu d'humidité qui séjournait au pied de cet arbre par la pente naturelle du lieu, et j'attribuai la faiblesse de ce bois au terrain humide où il avait crû; car je ne m'aperçus pas que la terre fût d'une qualité différente; et, ayant sondé dans plusieurs endroits, je trouvai partout une terre semblable. On verra par l'expérience suivante, que les différents terrains produisent des bois qui sont quelquefois de pesanteur et de force encore plus inégales.

XI. J'ai choisi, dans le même terrain où je prenais tous les arbres qui me servaient à faire mes expériences, un arbre à peu près de la même grosseur que ceux de l'expérience neuvième, et en même temps j'ai cherché un autre arbre à peu près semblable au premier, dans

un terrain différent. La terre est forte et mêlée de glaise dans le premier terrain, et dans le second ce n'est qu'un sable presque sans aucun mélange de terre. J'ai fait tirer de chacun de ces arbres une solive de 22 pieds sur 5 pouces d'équarrissage. La première solive, qui venait du terrain fort, pesait 281 livres; l'autre, qui venait du terrain sablonneux, ne pesait que 232 livres : ce qui fait une différence de près d'un sixième dans le poids. Ayant mis à l'épreuve la plus pesante de ces deux pièces, elle plia de 11 pouces 3 lignes avant que d'éclater, et elle baissa jusqu'à 19 pouces avant que de rompre absolument; elle supporta, pendant 18 minutes, une charge de 2965 livres; mais la seconde pièce, qui venait du terrain sablonneux, ne plia que de 5 pouces avant que d'éclater, et ne baissa que de 8 pouces½ dans son milieu, et elle rompit, au bout de 3 minutes, sous la charge de 2350 livres; ce qui fait une différence de plus d'un cinquième dans la charge. Je rapporterai dans la suite quelques autres expériences à ce sujet. Mais revenons à notre échelle des résistances suivant les différentes longueurs.

XII. De deux solives de 20 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage, prises dans le même terrain et mises à l'épreuve le même jour, la première, qui pesait 263 livres, supporta pendant dix minutes une charge de 3275 livres, et ne rompit qu'après avoir plié dans son milieu de 16 pouces 2 lignes; la seconde solive, qui pesait 259 livres, supporta, pendant huit minutes, une charge de 3275 livres, et rompit après avoir plié de 20 pouces ½.

XIII. J'ai ensuite fait faire trois solives de 10 pieds de longueur et du même équarrissage de 5 pouces. La première pesait 132 livres, et a rompu sous la charge de 7225 livres au bout de vingt minutes, et après avoir baissé de 7 pouces ½. La seconde pesait 130 livres; elle a rompu, après vingt minutes, sous la charge de 7050 livres, et elle a baissé de 6 pouces 9 lignes. La troisième pesait 128 livres ½ : elle a rompu sous la charge de 7100 livres, après avoir baissé de 8 pouces 7 lignes, et cela au bout de dix-huit minutes.

En comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 20 pieds sur 5 pouces d'équarrissage peuvent porter une charge de 3225 livres, et celle de 10 pieds de longueur et du même équarrissage de 5 pouces, une charge de 7125 livres; au lieu que, par les règles de la mécanique, elles n'auraient dû porter que 6450 livres.

XIV. Ayant mis à l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première pesait 232 livres, et qu'elle a supporté, pendant onze minutes, une charge de 3750 livres, après avoir baissé de 17 pouces; et que la seconde, qui pesait 231 livres a supporté une charge de 3650 livres pendant dix minutes, et n'a rompu qu'après avoir baissé de 15 pouces.

XV. Ayant de même mis à l'épreuve trois solives de 9 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première, qui pesait 118 livres, a porté, pendant cinquante-huit minutes, une charge de 8400 livres, après avoir plié dans son milieu de 6 pouces; la seconde, qui pesait 118 livres, a supporté, pendant quarante-six minutes, une charge de 8325 livres, après avoir plié dans son milieu de 5 pouces 4 lignes; et la troisième, qui pesait 115 livres, a supporté, pendant quarante minutes, une charge de 8200 livres, et elle a plié de 5 pouces dans son milieu.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 18 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage portent 3700 livres, et que celles de 9 pieds portent 8308 livres ⅓, au lieu qu'elles n'auraient dû porter, selon les règles du levier, que 7400 livres.

XVI. Enfin, ayant mis à l'épreuve deux solives de 16 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 209 livres, a porté, pendant dix-sept minutes, une charge de 4425 livres, et elle a rompu après avoir baissé de 16 pouces; la seconde, qui pesait 205 livres, a porté, pendant 15 minutes, une charge de 4275 livres, et elle a rompu après avoir baissé de 12 pouces ½.

XVII. Et ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pouces de longueur sur 5 pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 104 livres, porta, pendant quarante minutes, une charge de 9900 livres, et rompit après avoir baissé de 5 pouces; la seconde, qui pesait 102 livres, porta, pendant trente-neuf minutes, une charge de 9675 livres, et rompit après avoir plié de 4 pouces 7 lignes.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que la charge moyenne des pièces de 16 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage est de 4350 livres, et que celle des

pièces de 8 pieds et du même équarrissage est de 9787 $\frac{1}{4}$, au lieu que, par la règle du levier, elle devrait être de 8700 livres.

Il résulte de toutes ces expériences, que la résistance du bois n'est point en raison inverse de sa longueur, comme on l'a cru jusqu'ici; mais que cette résistance décroit très-considérablement à mesure que la longueur des pièces augmente, ou, si l'on veut, qu'elle augmente beaucoup à mesure que cette longueur diminue. Il n'y a qu'à jeter les yeux sur la Table ci-après pour s'en convaincre : on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds est le double et un neuvième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds est le double et environ le huitième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds est le double et un huitième presque juste de celle d'une pièce de 16 pieds; que la charge d'une pièce de 7 pieds est le double et beaucoup plus d'un huitième de celle de 14 pieds : de sorte qu'à mesure que la longueur des pièces diminue la résistance augmente, et cette augmentation de résistance croît de plus en plus.

On peut objecter ici que cette règle de l'augmentation de la résistance, qui croît de plus en plus à mesure que les pièces sont moins longues, ne s'observe pas au delà de la longueur de 20 pieds; et que les expériences rapportées ci-dessus sur des pièces de 24 et de 28 pieds prouvent que la résistance du bois augmente plus dans une pièce de 14 pieds, comparée à une pièce de 28, que dans une pièce de 7 pieds, comparée à une pièce de 14; et que de même cette résistance augmente, plus que la règle ne le demande, dans une pièce de 12 pieds, comparée à une pièce de 24 pieds : mais il n'y a rien là qui se contrarie, et cela n'arrive ainsi que par un effet bien naturel; c'est que la pièce de 28 pieds et celle de 24 pieds, qui n'ont que 5 pouces d'équarrissage, sont trop disproportionnées dans leurs dimensions, et que le poids de la pièce même est une partie considérable du poids total qu'il faut pour la rompre; car il ne faut que 1775 livres pour rompre une pièce de 28 pieds, et cette pièce pèse 362 livres. On voit bien que le poids de la pièce devient dans ce cas une partie considérable de la charge qui la fait rompre; et d'ailleurs ces longues pièces minces pliant beaucoup avant de rompre, les plus petits défauts du bois, et surtout le fil tranché contribuent beaucoup plus à la rupture.

Il serait aisé de faire voir qu'une pièce pourrait rompre par son propre poids, et que la longueur qu'il faudrait supposer à cette pièce, proportionnellement à sa grosseur, n'est pas à beaucoup près aussi grande qu'on pourrait l'imaginer. Par exemple, en partant du fait acquis par les expériences ci-dessus, que la charge d'une pièce de 7 pieds de longueur sur 5 pouces d'équarrissage est de 11525, on conclurait tout de suite que la charge d'une pièce de 14 pieds est de 5762 livres; que celle d'une pièce de 28 pieds est de 2881; que celle d'une pièce de 56 pieds est de 1440 livres, c'est-à-dire la huitième partie de la charge de 7 pieds, parce que la pièce de 56 pieds est huit fois plus longue : cependant, bien loin qu'il fût besoin d'une charge de 1440 livres pour rompre une pièce de 56 pieds, sur 5 pouces seulement d'équarrissage, j'ai de bonnes raisons pour croire qu'elle pourrait rompre par son propre poids. Mais ce n'est pas ici le lieu de rapporter les recherches que j'ai faites à ce sujet, et je passe à une autre suite d'expériences sur des pièces de 6 pouces d'équarrissage, depuis 8 pieds jusqu'à 20 pieds de longueur.

XVIII. J'ai fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur sur 6 pouces d'équarrissage; l'une de ces solives pesait 377 livres, et l'autre 375 : la plus pesante a rompu au bout de douze minutes, sous la charge de 5025 livres, après avoir plié de 17 pouces; la seconde, qui était la moins pesante, a rompu en onze minutes, sous la charge de 4875 livres, après avoir plié de 14 pouces.

J'ai ensuite mis à l'épreuve deux pièces de 10 pieds de longueur sur le même équarrissage de 6 pouces : la première, qui pesait 188 livres, a supporté pendant quarante-six minutes une charge de 11475 livres, et n'a rompu qu'en se fendant jusqu'à l'une de ses extrémités : elle a plié de 8 pouces; la seconde, qui pesait 186 livres, a supporté pendant quarante-quatre minutes une charge de 11025 livres; elle a plié de 6 pouces avant que de rompre.

XIX. Ayant mis à l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur sur 6 pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 334 livres, a porté pendant seize minutes une charge de 5625 livres : elle avait éclaté avant ce temps, mais je ne pus apercevoir de rupture dans les fibres, de sorte qu'au bout de deux heures et demie, voyant qu'elle était toujours au même point, et

qu'elle ne baissait plus dans son milieu où elle avait plié de 12 pouces 3 lignes, je voulus voir si elle pourrait se redresser, et je fis ôter peu à peu tous les poids dont elle était chargée : quand tous les poids furent enlevés, elle ne demeura courbe que de 2 pouces, et le lendemain elle s'était redressée au point qu'il n'y avait que 5 lignes de courbure dans son milieu. Je la fis recharger tout de suite, et elle rompit au bout de quinze minutes sous une charge de 5475 livres, tandis qu'elle avait supporté le jour précédent une charge plus forte de 250 livres pendant deux heures et demie. Cette expérience s'accorde avec les précédentes, où l'on a vu qu'une pièce qui a supporté un grand fardeau pendant quelque temps perd de sa force, même sans avertir et sans éclater. Elle prouve aussi que le bois a un ressort qui se rétablit jusqu' un certain point, mais que ce ressort, étant bandé autant qu'il peut l'être sans rompre, ne peut pas se rétablir parfaitement. La seconde solive, qui pesait 331 livres, supporta pendant quatorze minutes la charge de 5500 livres, et rompit après avoir plié de 10 pouces.

Ensuite, ayant éprouvé deux solives de 9 pieds de longueur sur 6 pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 166 livres, supporta pendant cinquante-six minutes la charge de 13450 livres, et rompit après avoir plié de 5 pouces 2 lignes; la seconde, qui pesait 164 livres ½, supporta, pendant cinquante-une minutes, une charge de 12850 livres, et rompit après avoir plié de 5 pouces.

XX. J'ai fait rompre deux solives de 16 pieds de longueur sur 6 pouces d'équarrissage : la première, qui pesait 294 livres, a supporté, pendant vingt-six minutes, une charge de 6250 livres, et elle a rompu après avoir plié de 8 pouces; la seconde, qui pesait 293 livres, a supporté, pendant vingt-deux minutes, une charge de 6475 livres, et elle a rompu après avoir plié de 10 pouces.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pieds de longueur, sur le même équarrissage de 6 pouces, la première solive, qui pesait 149 livres, supporta, pendant une heure vingt minutes, une charge de 15700 livres, et rompit après avoir baissé de 3 pouces 7 lignes; la seconde solive, qui pesait 146 livres, porta, pendant deux heures cinq minutes, une charge de 15350 livres, et rompit après avoir plié dans le milieu de 4 pouces 2 lignes.

XXI. Ayant pris deux solives de 14 pieds de longueur sur 6 pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 255 livres, a supporté, pendant quarante-six minutes, la charge de 7450 livres, et elle a rompu après avoir plié dans le milieu de 10 pouces; la seconde, qui ne pesait que 254 livres, a supporté, pendant une heure quatorze minutes, la charge de 7500 livres, et n'a rompu qu'après avoir plié de 11 pouces 4 lignes.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux solives de 7 pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 128 livres, a supporté, pendant deux heures dix minutes une charge de 19250 livres, et a rompu après avoir plié dans le milieu de 2 pouces 8 lignes; la seconde, qui pesait 126 livres ½, a supporté, pendant une heure quarante-huit minutes, une charge de 18050 livres; elle a rompu après avoir plié de 2 pouces.

XXII. Enfin, ayant mis à l'épreuve deux solives de 12 pieds de longueur sur 6 pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 224 livres, a supporté, pendant quarante-six minutes, la charge de 9200 livres, et a rompu après avoir plié de 7 pouces; la seconde, qui pesait 221 livres, a supporté, pendant cinquante-trois minutes, la charge de 9000 livres, et a rompu après avoir plié de 5 pouces 10 lignes.

J'aurais bien voulu faire rompre des solives de 6 pieds de longueur, pour les comparer avec celles de 12 pieds, mais il aurait fallu un nouvel équipage, parce que celui dont je me servais était trop large, et ne pouvait passer entre les deux tréteaux sur lesquels portaient les deux extrémités de la pièce.

En comparant les résultats de toutes ces expériences, on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds de longueur sur 6 pouces d'equarrissage est le double et beaucoup plus d'un septième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds est le double et beaucoup plus d'un sixième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds est le double et beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds; et enfin que la charge d'une pièce de 7 pieds est le double et beaucoup plus d'un quart de celle d'une pièce de 14 pieds sur 6 pouces d'équarrissage : ainsi l'augmentation de résistance est encore beaucoup plus grande à proportion que dans les pièces de 5 pouces d'equarrissage. Voyons maintenant les expériences que j'ai fai-

tes sur des pièces de 7 pouces d'équarrissage.

XXIII. J'ai fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur sur 7 pouces d'équarrissage: la première de ces deux solives, qui pésait 505 livres, a supporté, pendant trente-sept minutes, une charge de 8550 livres, et a rompu après avoir plié de 12 pouces 7 lignes; la seconde solive, qui pesait 509 livres, a supporté, pendant vingt minutes, une charge de 8000 livres, et a rompu après avoir plié de 12 pouces.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux solives de 10 pieds de longueur sur 7 pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 254 livres, a supporté, pendant deux heures six minutes, une charge de 19650 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces 7 lignes avant que d'éclater, et baissé de 13 pouces avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesait 252 livres, a supporté, pendant une heure quarante-neuf minutes, une charge de 19300 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces avant que d'éclater, et de 9 pouces avant que de rompre entièrement.

XXIV. J'ai fait rompre deux solives de 18 pieds de longueur sur 7 pouces d'équarrissage : la première, qui pesait 454 livres, a supporté, pendant une heure huit minutes, une charge de 9450 livres, et elle a rompu après avoir plié de 5 pouces 6 lignes avant que d'éclater, et de 12 pouces avant que de rompre; la seconde, qui pesait 450 livres, a supporté, pendant cinquante-quatre minutes, une charge de 9400 livres, et elle a rompu après avoir plié de 5 pouces 10 lignes avant que d'éclater, et ensuite de 9 pouces 6 lignes avant que de rompre absolument.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux solives de 9 pieds de longueur sur le même équarrissage de 7 pouces, la première solive, qui pesait 227 livres, a supporté, pendant deux heures, une charge de 22800 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces une ligne avant que d'éclater, et de 5 pouces 6 lignes avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesait 225 livres, a supporté, pendant deux heures dix-huit minutes, une charge de 21900 livres, et elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, et de 5 pouces 2 lignes avant que de rompre entièrement.

XXV. J'ai fait rompre deux solives de 16 pieds de longueur sur 7 pouces d'équarrissage: la première, qui pesait 406 livres, a supporté, pendant quarante-sept minutes, une charge de 11100 livres, et elle a rompu après avoir plié de 4 pouces 10 lignes avant que d'éclater, et de 10 pouces avant que de rompre absolument; la seconde, qui pesait 403 livres, a supporté, pendant cinquante-cinq minutes, une charge de 10900 livres, et elle a rompu après avoir plié de 5 pouces 3 lignes avant que d'éclater, et de 11 pouces 5 lignes avant que de rompre entièrement.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pieds de longueur sur le même équarrissage de 7 pouces, la première, qui pesait 204 livres, a supporté, pendant trois heures dix minutes, une charge de 26150 livres, et elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 9 lignes avant que d'éclater, et de 4 pouces avant que de rompre entièrement; la seconde solive, qui pesait 201 livres $\frac{1}{3}$, a supporté, pendant trois heures quatre minutes, une charge de 25950 livres, et elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 6 lignes avant que d'éclater, et de trois pouces 9 lignes avant que de rompre entièrement.

XXVI. J'ai fait rompre deux solives de 14 pieds de longueur sur 7 pouces d'équarrissage : la première, qui pesait 351 livres, a supporté, pendant quarante-une minutes, une charge de 13600 livres, et elle a rompu après avoir plié de 4 pouces 2 lignes avant que d'éclater, et de 7 pouces 3 lignes avant que de rompre; la seconde solive, qui pesait aussi 351 livres, a supporté, pendant cinquante-huit minutes, une charge de 12850 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater, et de huit pouces une ligne avant que de rompre absolument.

Ensuite, ayant fait faire deux solives de 7 pieds de longueur sur 7 pouces d'équarrissage, et ayant mis la première à l'épreuve, elle était chargée de 28 milliers, lorsque tout à coup la machine écroula : c'était la boucle de fer qui avait cassé net dans ses deux branches, quoiqu'elle fût d'un bon fer carré de 18 lignes $\frac{2}{3}$ de grosseur, ce qui fait 348 lignes carrées pour chacune des branches, en tout 696 lignes de fer qui ont cassé sous ce poids de 28 milliers, qui tirait perpendiculairement. Cette boucle avait environ 10 pouces de largeur sur 13 pouces de hauteur, et elle était à très-peu près de la même grosseur partout. Je remarquai qu'elle avait cassé presque au milieu des branches perpendiculaires, et non pas dans les angles, où naturellement j'aurais pensé qu'elle aurait dû rompre. Je remarquai aussi, avec quelque sur-

prise, qu'on pouvait conclure de cette expérience qu'une ligne carrée de fer ne devait porter que 40 livres ; ce qui me paraît si contraire à la vérité, que je me déterminai à faire quelques expériences sur la force du fer, que je rapporterai dans la suite.

Je n'ai pu venir à bout de faire rompre mes solives de 7 pieds de longueur sur 7 pouces d'équarrissage. Ces expériences ont été faites à ma campagne, où il me fut impossible de trouver du fer plus gros que celui que j'avais employé, et je fus obligé de me contenter de faire faire une autre boucle pareille à la précédente, avec laquelle j'ai fait le reste de mes expériences sur la force du bois.

XXVII. Ayant mis à l'épreuve deux solives de 12 pieds de longueur sur 7 pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 302 livres, a supporté, pendant une heure deux minutes, la charge de 16,800 livres, et elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, et de 7 pouces 6 lignes avant que de rompre totalement ; la seconde solive, qui pesait 301 livres, a supporté, pendant cinquante-cinq minutes, une charge de 15,550 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 4 lignes avant que d'éclater, et de 7 pouces avant que de rompre entièrement.

En comparant toutes ces expériences sur des pièces de 7 pouces d'équarrissage, je trouve que la charge d'une pièce de 10 pieds de longueur est le double et plus d'un sixième de celle d'une pièce de 20 pieds ; que la charge d'une pièce de 9 pieds est le double et près d'un cinquième de celle d'une pièce de 18 pieds ; que la charge d'une pièce de 8 pieds est le double et beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds ; d'où l'on voit que non-seulement l'unité qui sert de mesure à l'augmentation de la résistance, et qui est ici le rapport entre la résistance d'une pièce de 10 pieds, est le double de la résistance d'une pièce de 20 pieds ; que non-seulement, dis-je, cette unité augmente, mais même que l'augmentation de la résistance accroît toujours à mesure que les pièces deviennent plus grosses. On doit observer ici que les différences proportionnelles des augmentations de la résistance des pièces de 7 pouces sont moindres, en comparaison des augmentations de la résistance des pièces de 6 pouces, que celles-ci ne le sont en comparaison de celles de 5 pouces : mais cela doit être, comme on le verra par la comparaison que nous ferons des résistances avec les épaisseurs des pièces.

Venons enfin à la dernière suite de mes expériences sur des pièces de 8 pouces d'équarrissage.

XXVIII. J'ai fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur sur 8 pouces d'équarrissage. La première, qui pesait 664 livres, a supporté, pendant quarante-sept minutes, une charge de 11775 livres, et elle a rompu après avoir d'abord plié de 6 pouces ½ avant que d'éclater, et de 11 pouces avant de rompre absolument ; la seconde solive, qui pesait 660 livres ½, a supporté, pendant quarante-quatre minutes, une charge de 11200 livres, et elle a rompu après avoir plié de 6 pouces juste avant que d'éclater, et de 9 pouces 3 lignes avant que de rompre entièrement.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux pièces de 10 pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 331 livres, a supporté, pendant trois heures vingt minutes, la charge énorme de 27800 livres, après avoir plié de 3 pouces avant que d'éclater, et de 5 pouces 9 lignes avant que de rompre absolument ; la seconde pièce, qui pesait 330 livres, a supporté, pendant quatre heures cinq ou six minutes, la charge de 27700 livres, et elle a rompu après avoir d'abord plié de 2 pouces 3 lignes avant que d'éclater, et de 4 pouces 5 lignes avant que de rompre. Ces deux pièces ont fait un bruit terrible en rompant ; c'était comme autant de coups de pistolet à chaque éclat qu'elles faisaient, et ces expériences ont été les plus pénibles et les plus fortes que j'aie faites : il fallut user de mille précautions pour mettre les derniers poids, parce que je craignais que la boucle de fer ne cassât sous cette charge de 27 milliers, puisqu'il n'avait fallu que 28 milliers pour rompre une semblable boucle. J'avais mesuré la hauteur de cette boucle avant que de faire ces deux expériences, afin de voir si le fer s'allongerait par le poids d'une charge si considérable et si approchante de celle qu'il fallait pour le faire rompre : mais, ayant mesuré une seconde fois la boucle, et cela après les expériences faites, je n'ai pas trouvé la moindre différence ; la boucle avait comme auparavant 12 pouces ½ de longueur, et les angles étaient aussi droits qu'ils l'étaient avant l'épreuve.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur sur 8 pouces d'équarrissage,

la première, qui pesait 594 livres, a supporté, pendant cinquante-quatre minutes, la charge de 13500 livres, et elle a rompu après avoir plié de 4 pouces ½ avant que d'éclater, et de 10 pouces 2 lignes avant que de rompre; la seconde solive, qui pesait 593 livres, a supporté, pendant quarante-huit minutes, la charge de 12900 livres, et elle a rompu après avoir plié de 4 pouces 1 ligne avant que d'éclater, et de 7 pouces 9 lignes avant que de rompre absolument.

XXIX. J'ai fait rompre deux solives de 16 pieds de longueur sur 8 pouces d'équarrissage: la première de ces solives, qui pesait 528 livres, a supporté, pendant une heure huit minutes, la charge de 16800 livres, et elle a plié de 5 pouces 2 lignes avant que d'éclater, et de 10 pouces environ avant que de rompre; la seconde pièce, qui ne pesait que 524 livres, a supporté, pendant cinquante-huit minutes, une charge de 15950 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater, et de 7 pouces 5 lignes avant que de rompre totalement.

Ensuite, j'ai fait rompre deux solives de 14 pieds de longueur sur 8 pouces d'équarrissage: la première, qui pesait 461 livres, a supporté, pendant une heure vingt-six minutes, une charge de 20050 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 10 lignes avant que d'éclater, et de 8 pouces ½ avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesait 459 livres, a supporté, pendant une heure et demie, la charge de 19500 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 2 lignes avant que d'éclater, et de 8 pouces avant que de rompre entièrement.

Enfin, ayant mis à l'épreuve deux solives de 12 pieds de longueur sur 8 pouces d'équarrissage, la première, qui pesait 397 livres, a supporté, pendant deux heures cinq minutes, la charge de 23900 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces juste avant que de rompre; la seconde, qui pesait 395 livres ½, a supporté, pendant deux heures quarante-neuf minutes, la charge de 23000 livres, et elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, et de 6 pouces 8 lignes avant que de rompre entièrement.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites sur des pièces de 8 pouces d'équarrissage. J'aurais désiré pouvoir faire rompre des pièces de 9, de 8 et de 7 pieds de longueur et de cette même grosseur de 8 pouces: mais cela me fut impossible, parce que je manquais des commodités nécessaires, et qu'il m'aurait fallu des équipages bien plus forts que ceux dont je me suis servi, et sur lesquels, comme on vient de le voir, on mettait près de 28 milliers en équilibre; car je présume qu'une pièce de 7 pieds de longueur sur 8 pouces d'équarrissage aurait porté plus de 45 milliers. On verra, dans la suite, si les conjectures que j'ai faites sur la résistance du bois, pour les dimensions que je n'ai pas éprouvées, sont justes ou non.

Tous les auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides en général, et du bois en particulier, ont donné, comme fondamentale, la règle suivante: *La résistance est en raison inverse de la longueur, en raison directe de la largeur, et en raison doublée de la hauteur.* Cette règle est celle de Galilée, adoptée par tous les mathématiciens, et elle serait vraie pour des solides qui seraient absolument inflexibles, et qui rompraient tout à coup; mais dans les solides élastiques, tels que le bois, il est aisé d'apercevoir que cette règle doit être modifiée à plusieurs égards. M. Bernouilli a fort bien observé que, dans la rupture des corps élastiques, une partie des fibres s'allonge, tandis que l'autre partie se raccourcit, pour ainsi dire, en refoulant sur elle-même. Voyez son Mémoire dans ceux de l'Académie, année 1705. On voit, par les expériences précédentes, que, dans les pièces de même grosseur, la règle de la résistance de la raison inverse de la longueur s'observe d'autant moins que les pièces sont plus courtes. Il en est tout autrement de la résistance en raison directe de la largeur et du carré de la hauteur; j'ai calculé la table septième, à dessein de m'assurer de la variation de cette règle: on voit dans cette table les résultats des expériences, et au-dessous les produits que donne cette règle. J'ai pris pour unités les expériences faites sur les pièces de 5 pouces d'équarrissage, parce que j'en ai fait un plus grand nombre sur cette dimension que sur les autres. On peut observer, dans cette table, que plus les pièces sont courtes et plus la règle approche de la vérité; et que, dans les plus longues pièces, comme celles de 18 à 20 pieds, elle s'en éloigne. Cependant, à tout prendre, on peut se servir de la règle générale avec les modifications nécessaires pour calculer la résistance des pièces de bois plus grosses et plus longues que celles dont j'ai éprouvé la résistance; car, en jetant les yeux sur cette

même table, on voit un grand accord entre la règle et les expériences pour les différentes grosseurs ; et il règne un ordre assez constant dans les différences, par rapport aux longueurs et aux grosseurs, pour juger de la modification qu'on doit faire à cette règle.

TABLES
DES EXPÉRIENCES SUR LA FORCE DU BOIS.

PREMIÈRE TABLE.
Pour les pièces de quatre pouces d'équarrissage.

LONGUEUR des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS employé à charger les PIÈCES.	FLÈCHES de la courbure des pièces dans l'instant où elles commencent à rompre.
Pieds.	Livres.	Livres.	Heures. Minut.	Pouces. Lignes.
7	60	5330	0. 29.	3. 8.
	56	5273	0. 22.	4. 6.
*8	68	4600	0. 15.	3. 9
	63	4500	0. 13.	4. 8.
9	77	4100	0. 14.	4. 10.
	71	3950	0. 12.	5. 0.
10	84	3625	0. 15.	5. 10.
	82	3600	0. 15.	6. 6.
12	100	3050	0. 0.	7. 0.
	96	2925	0. 0.	7. 0.

SECONDE TABLE.
Pour les pièces de cinq pouces d'equarrissage.

LONGUEUR des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier ÉCLAT jusqu'à l'instant de la RUPTURE.	FLÈCHES de la courbure avant que d'éclater.
Pieds.	Livres.	Livres.	Heures. Minut.	Pouces. Lignes.
7	94	11775	0. 58.	2. 6.
	88½	11275	0. 53.	2. 0.
8	104	9900	0. 40.	2. 8.
	102	9675	0. 39.	2. 11.
9	118	8400	0. 28.	3. 0.
	110	8325	0. 28.	3. 3.
	113	8200	0. 26.	3. 0.
10	132	7225	0. 21.	3. 2.
	130	7050	0. 20.	3. 8.
	128½	7100	0. 18.	4. 0.
12	136	6050	0. 30.	8. 6.
	154	6100	0. 0.	8. 0.
14	178	5400	0. 21.	8. 0.
	178	5200	0. 18.	8. 3.
16	209	4425	0. 17.	8. 1.
	203	4275	0. 15.	8. 2.
18	232	3750	8. 11.	6. 0.
	231	3650	0. 10.	8. 2.
20	263	3275	0. 10.	8. 10.
	259	3175	0. 8.	10. 0.
22	281	2975	0. 18.	11. 3.
24	310	2200	0. 16.	11. 0.
	307	2125	0. 15.	13. 0.
28				
28	364	1800	0. 17.	18. 8.
	360	1750	0 17.	22. 0.

TROISIÈME TABLE.
Pour les pièces de six pouces d'équarissage.

LONGUEUR des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier ÉCLAT jusqu'à l'instant de la RUPTURE.	FLÈCHES de la courbure avant que d'éclater.
Pieds.	Livres.	Livres.	Heures. Minut.	Pouces. Lignes.
7	128	19250	1. 49.	*
	126½	18650	1. 38.	
8	149	15700	1. 12.	2. 4.
	146	15350	1. 10.	2. 4.
9	166	13450	0. 56.	2. 6.
	164½	12850	0. 51.	2. 10.
10	188	11475	0. 46.	3. 0.
	186	11025	0. 44.	3. 6.
12	224	9200	0. 31.	4. 0.
	221	9000	0. 32.	4. 1.
14	255	7450	0. 25.	4. 0.
	254	7500	0. 22.	4. 2.
16	294	6250	0. 20.	5. 6.
	293	6475	0. 19.	5. 10.
18	334	5625	0. 16.	7. 5.
	331	5500	0. 14.	8. 6.
20	377	5025	0. 12.	0. 6.
	375	4875	0. 11.	8. 10.

QUATRIEME TABLE.
Pour les pièces de sept pouces d'équarrissage.

LONGUEUR des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier ÉCLAT jusqu'à l'instant de la RUPTURE.	FLÈCHES de la courbure avant que d'éclater.
Pieds.	Livres.	Livres.	Heures. Minut.	Pouces. Lignes.
7	0	0	0 0	0 0
8	204	26150	2. 0.	2. 8.
	201½	25950	2. 13.	2. 0.
9	227	22800	1. 40.	3. 1.
	225	21900	1. 37.	2. 11.
10	254	19650	1. 13.	2. 7.
	252	19300	1. 16.	3. 0.
12	302	16800	1. 3.	2. 11.
	301	15550	1. 0.	3. 4.
14	351	13600	0. 55	4. 2.
	351	12850	0. 48	3. 0.
16	406	11100	0. 41.	4. 10.
	403	10900	0. 36.	5. 5.
18	454	9450	0. 27.	5. 6.
	450	9400	0. 22.	5. 10.
20	505	8550	0. 15.	7. 10.
	500	8000	0. 13.	8. 0.

* On n'a pas pu observer la quantité dont les pièces de sept pieds ont plié dans leur milieu, à cause de l'épaisseur de la boucle.

CINQUIÈME TABLE.

Pour les pièces de huit pouces d'équarrissage.

LONGUEUR des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier ÉCLAT jusqu'à l'instant de la RUPTURE.	FLÈCHES de la courbure avant que d'éclater.
Pieds.	Livres.	Livres.	Heures. Minut.	Pouces. Lignes.
10	331	27800	2. 50.	3. 0.
	331	27700	2. 58.	2. 3.
12	397	23900	1. 30.	3. 0.
	395½	23000	1. 23.	2. 11.
14	461	20050	1. 5.	3. 10.
	459	19500	1. 2.	3. 2.
16	528	16800	0. 47.	5. 2.
	524	15050	0. 59.	3. 0.
18	591	13300	0. 32.	4. 5.
	593	12900	0. 30.	4. 1.
20	661	11775	8. 21.	5. 6.
	660½	12200	0. 28	5. 0.

SIXIÈME TABLE.

Pour les charges moyennes de toutes les expériences précédentes.

LONG. des PIÈCES	GROSSEURS.				
	4 pouces.	5 pouces	6 pouces.	7 pouces.	8 pouces.
Pieds.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.
7	5312	11525	18950		
8	4550	9787½	15525	26050	
9	4025	8308½	13150	22350	
10	3612	7125	11250	19475	27750
12	2987½	6075	9100	16175	25450
14		5300	7475	13225	19775
16		4350	6362½	11000	16375
18		3700	5562½	9245	13200
20		3225	4950	8375	11487½
22		2975			
24		2162½			
28		1775			

SEPTIÈME TABLE.

Comparaison de la résistance du bois, trouvée par les expériences précédentes, et de la résistance du bois suivant la règle que cette résistance est comme la largeur de la pièce, multipliée par le carré de la hauteur, en supposant la même longueur.

Les astérisques marquent que les expériences n'ont pas été faites.

LONG. des PIÈCES	GROSSEURS.				
	4 pouces.	5 pouces.	6 pouces.	7 pouces.	8 pouces.
Pieds.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.
7	5312 5901	11525	18950 19915 $\frac{5}{7}$	32200 31624 $\frac{4}{5}$	48100 47649 $\frac{4}{9}$ 47198 $\frac{6}{7}$
8	4550 5011½	9787	15525 16912 $\frac{4}{5}$	26050 26856 $\frac{1}{10}$	*39750 40089 $\frac{4}{5}$
9	4025 4253 $\frac{1}{11}$	8308½	13150 14336½	22350 22798½	*32800 34031
10	3612 3648	7125	11250 12312	19475 19551	27750 29184
12	2967½ 3110½	6075	9100 10497½	16175 16669½	25450 21883 $\frac{4}{7}$
14		5100	7475 8812 $\frac{4}{5}$	13225 13905½	19775 20089 $\frac{4}{5}$
16		4350	6302½ 9516 $\frac{4}{5}$	11000 11936 $\frac{4}{5}$	16375 17817¾
18		3800	8562½ 6393½	9425 10152 $\frac{4}{5}$	13200 15183 $\frac{4}{5}$
20		3225	4950 5372½	8275 8849 $\frac{4}{5}$	11487½ 15209½

DOUZIÈME MÉMOIRE.

—

ARTICLE PREMIER.

MOYEN FACILE D'AUGMENTER LA SOLIDITÉ, LA FORCE ET LA DURÉE DU BOIS.

Il ne faut pour cela qu'écorcer l'arbre du haut en bas, dans le temps de la sève, et le laisser sécher entièrement sur pied avant que de l'abattre. Cette préparation ne demande qu'une très-petite dépense : on va voir les précieux avantages qui en résultent.

Les choses aussi simples, et aussi aisées à trouver que l'est celle-ci, n'ont ordinairement aux yeux des physiciens qu'un mérite bien léger; mais leur utilité suffit pour les rendre dignes d'être présentées; et peut-être que l'exactitude et les soins que j'ai joints à mes recherches leur feront trouver grâce devant ceux même qui ont le mauvais goût de n'estimer d'une découverte que la peine et le temps qu'elle a coûté. J'avoue que je suis surpris de me trouver le premier à annoncer celle-ci, surtout depuis que j'ai lu ce que Vitruve et Évelin rapportent à cet égard. Le premier nous dit, dans son Architecture, qu'avant d'abattre les arbres, il faut

les cerner par le pied jusque dans le cœur du bois, et les laisser ainsi sécher sur pied, après quoi ils sont bien meilleurs pour le service, auquel on peut même les employer tout de suite. Le second rapporte, dans son Traité des Forêts, que le docteur Plot assure, dans son Histoire naturelle, qu'autour de Haffon, en Angleterre, on écorce les gros arbres sur pied dans le temps de la sève, qu'on les laisse sécher jusqu'à l'hiver suivant, qn'on les coupe alors; qu'ils ne laissent pas que de vivre sans écorce; que le bois en devient bien plus dur, et qu'on se sert de l'aubier comme du cœur. Ces faits sont assez précis, et sont rapportés par des auteurs d'un assez grand crédit, pour avoir mérité l'attention des physiciens et même des architectes; mais il y a tout lieu de croire qu'outre la négligence qui a pu les empêcher jusqu'ici de s'assurer de la vérité de ces faits, la crainte de contrevenir à l'Ordonnance des eaux et forêts a pu retarder leur curiosité. Il est défendu, sous peine de grosses amendes, d'écorcer aucun arbre et de le laisser sécher sur pied. Cette défense, qui d'ailleurs est fondée, a dû faire un préjugé contraire, qui sans doute aura fait regarder ce que nous venons de rapporter comme des faits faux, ou du moins hasardés; et je serais encore moi-même dans l'ignorance à cet égard, si les attentions de M. le comte de Maurepas pour les sciences ne m'eussent procuré la liberté de faire mes expériences, sans avoir à craindre de les payer trop cher.

Dans un bois taillis nouvellement abattu, et où j'avais fait réserver quelques beaux arbres, le 3 de mai 1733, j'ai fait écorcer sur pied quatre chênes d'environ trente à quarante pieds de hauteur, et de cinq à six pieds de pourtour. Ces arbres étaient tous quatre très-vigoureux, bien en sève, et âgés d'environ soixante-dix ans. J'ai fait enlever l'écorce, depuis le sommet de la tige jusqu'au pied de l'arbre, avec une serpe. Cette opération est aisée, l'écorce se séparant très-facilement du corps de l'arbre dans le temps de la sève. Ces chênes étaient de l'espèce, commune dans les forêts, qui porte le plus gros gland. Quand ils furent entièrement dépouillés de leur écorce, je fis abattre quatre autres chênes de la même espèce dans le même terrain, et aussi semblables aux premiers que je pus les trouver. Mon dessein était d'en faire écorcer le même jour encore six, et en abattre six autres; mais je ne pus achever cette opération que le lendemain. De ces six chênes écorcés, il s'en trouva deux qui étaient beaucoup moins en sève que les quatre autres. Je fis conduire sous un hangar les six arbres abattus, pour les laisser sécher dans leur écorce jusqu'au temps que j'en aurais besoin, pour les comparer avec ceux que j'avais fait dépouiller. Comme je m'imaginais que cette opération leur avait fait grand tort, et qu'elle devait produire un grand changement, j'allai, plusieurs jours de suite, visiter très-curieusement mes arbres écorcés; mais je n'aperçus aucune altération sensible pendant plus de deux mois. Enfin, le 10 juillet, l'un de ces chênes, celui qui était le moins en sève dans le temps de l'écorcement, laissa voir les premiers symptômes de la maladie qui devait bientôt le détruire. Ses feuilles commencèrent à jaunir du côté du midi, et bientôt jaunirent entièrement, séchèrent et tombèrent; de sorte qu'au 26 août il ne lui en restait pas une. Je le fis abattre le 30 du même mois. J'étais présent. Il était devenu si dur, que la cognée avait peine à entrer, et qu'elle cassa sans que la maladresse du bûcheron me parut y avoir part. L'aubier semblait être plus dur que le cœur du bois, qui était encore humide et plein de sève.

Celui de mes arbres qui dans le temps de l'écorcement n'était pas plus en sève que le précédent, ne tarda guère à le suivre; ses feuilles commencèrent à changer de couleur au 13 de juillet, et il s'en défit entièrement avant le 10 septembre. Comme je craignais d'avoir fait abattre trop tôt le premier, et que l'humidité que j'avais remarquée au dedans indiquait encore quelque reste de vie, je fis réserver celui-ci, pour voir s'il pousserait des feuilles au printemps suivant.

Mes quatre autres chênes résistèrent vigoureusement; ils ne quittèrent leurs feuilles que quelques jours avant le temps ordinaire; et même l'un des quatre, dont la tête était légère et peu chargée de branches, ne les quitta qu'au temps juste de leur chute naturelle: mais je remarquai que les feuilles, et même quelques rejetons de tous quatre, s'étaient desséchés, du côté du midi, plusieurs jours auparavant.

Au printemps suivant, tous ces arbres devancèrent les autres, et n'attendirent pas le temps ordinaire du développement des feuilles pour en faire paraître; ils se couvrirent de verdure huit à dix jours avant la saison. Je prévis tout ce que cet effort devait leur coûter. J'observai les feuilles: leur accroissement fut assez prompt, mais bientôt arrêté faute de nourriture suffi-

sante. Cependant elles vécurent; mais celui de mes arbres qui, l'année précédente, s'était dépouillé le premier, sentit aussi le premier tout l'effet de l'état d'inanition et de sécheresse où il était réduit : ses feuilles se fanèrent bientôt et tombèrent pendant les chaleurs de juillet 1734. Je le fis abattre le 30 août, c'est-à-dire une année après celui qui l'avait précédé. Je jugeai qu'il était au moins aussi dur que l'autre, et beaucoup plus dur dans le cœur du bois qui était à peine encore un peu humide. Je le fis conduire sous un hangar, où l'autre était déjà avec les six arbres dans leur écorce, auxquels je voulais les comparer.

Trois des quatre arbres qui me restaient quittèrent leurs feuilles au commencement de septembre; mais le chêne à tête légère les conserva plus longtemps, et il ne s'en défit entièrement qu'au 22 du même mois. Je le fis réserver pour l'année suivante, avec celui des trois autres qui me parut le moins malade, et je fis abattre les deux plus faibles en octobre 1734. Je laissai deux de ces arbres exposés à l'air et aux injures du temps, et je fis conduire l'autre sous le hangar. Ils furent trouvés très-durs à la cognée, et le cœur du bois était presque sec.

Au printemps 1735, le plus vigoureux de mes deux arbres réservés donna encore quelques signes de vie; les boutons se gonflèrent, mais les feuilles ne purent se développer. L'autre me parut tout à fait mort : en effet, l'ayant fait abattre au mois de mai, je reconnus qu'il n'avait plus d'humide radical, et je le trouvai d'une très-grande dureté, tant en dehors qu'en dedans. Je fis abattre le dernier quelque temps après, et je les fis conduire tous deux au hangar, pour être mis avec les autres à un nouveau genre d'épreuve.

Pour mieux comparer la force du bois des arbres écorcés avec celle du bois ordinaire, j'eus soin de mettre ensemble chacun des six chênes que j'avais fait amener en grume, avec un chêne écorcé, de même grosseur à peu près; car j'avais déjà reconnu, par expérience, que le bois dans un arbre d'une certaine grosseur était plus pesant et plus fort que le bois d'un arbre plus petit, quoique de même âge. Je fis scier tous mes arbres par pièces de quatorze pieds de longueur; j'en marquai les centres au-dessus et au-dessous; je fis tracer aux deux bouts de chaque pièce, un carré de 6 pouces $\frac{1}{2}$, et je le fis scier et enlever les quatre faces, de sorte qu'il ne me resta, de chacune de ces pièces, qu'une solive de 14 pieds de longueur sur 6 pouces très-juste d'équarrissage. Je les fis travailler à la varlope, et réduire avec beaucoup de précaution à cette mesure dans toute leur longueur, et j'en fis rompre quatre de chaque espèce, afin de reconnaître leur force, et d'être bien assuré de la grande différence que j'y trouvai d'abord.

La solive tirée du corps de l'arbre qui avait péri le premier après l'écorcement pesait 242 livres, elle se trouva la moins forte de toutes, et rompit sous 7940 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai pesait 234 livres; elle rompit sous 7320 livres.

La solive du second arbre écorcé pesait 249 livres; elle plia plus que la première, et rompit sous la charge de 6362 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai pesait 236 livres; elle rompit sous la charge de 7385 livres.

La solive de l'arbre écorcé et laissé aux injures du temps pesait 258 livres; elle plia encore plus que la seconde, et ne rompit que sous 8926 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai pesait 239 livres, et rompit sous 7420 livres.

Enfin, la solive de mon arbre à tête légère, que j'avais toujours jugé le meilleur, se trouva en effet peser 263 livres, et porta, avant que de rompre, 9046 livres.

L'arbre que je lui comparai pesait 238 livres, et rompit sous 7500 livres.

Les deux autres arbres écorcés se trouvèrent défectueux dans leur milieu, où il se trouva quelques nœuds, de sorte que je ne voulus pas les faire rompre; mais les épreuves ci-dessus suffisent pour faire voir que le bois écorcé et séché sur pied est toujours plus pesant, et considérablement plus fort que le bois gardé dans son écorce. Ce que je vais rapporter ne laissera aucun doute sur ce fait.

Du haut de la tige de mon arbre écorcé et laissé aux injures de l'air, j'ai fait tirer une solive de 6 pieds de longueur et de 5 pouces d'équarrissage. Il se trouva qu'à l'une des faces il y avait un petit abreuvoir, mais qui ne pénétrait guère que d'un demi-pouce, et à la face opposée une tache large d'un pouce, d'un bois plus brun que le reste. Comme ces défauts ne me parurent pas considérables, je la fis peser et charger; elle pesait 75 livres. On la chargea, en une heure cinq minutes, de 8500 livres, après quoi elle craqua assez violemment. Je crus qu'elle allait casser quelque temps après avoir craqué, comme cela arrivait toujours; mais, ayant eu la patience

d'attendre trois heures, et voyant qu'elle ne baissait ni ne pliait, je continuai à la faire charger, et au bout d'une autre heure, elle rompit enfin après avoir craqué pendant une demi-heure sous la charge de 12745 livres. Je n'ai rapporté le détail de cette épreuve que pour faire voir que cette solive aurait porté davantage sans les petits défauts qu'elle avait à deux de ses faces.

Une solive toute pareille, tirée du pied d'un des arbres en écorce, ne se trouva peser que 72 livres ; elle était très-saine et sans aucun défaut. On la chargea en une heure trente-huit minutes; après quoi elle craqua très-légèrement, et continua de craquer de quart d'heure en quart d'heure pendant trois heures entières, et rompit au bout de ce temps sous la charge de 11889 livres.

Cette expérience est très-avantageuse au bois écorcé ; car elle prouve que le bois du dessus de la tige d'un arbre écorcé, même avec des défauts assez considérables, s'est trouvé plus pesant et plus fort que le bois tiré du pied d'un autre arbre non écorcé, qui d'ailleurs n'avait aucun défaut : mais ce qui suit est encore plus favorable.

De l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux de 3 pieds de longueur sur 1 pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi cinq des plus parfaits pour les rompre. Le premier pesait 23 onces $\frac{5}{32}$, et rompit sous 287 livres ; le second pesait 23 onces $\frac{4}{32}$, et rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$; le troisième pesait 23 onces $\frac{4}{32}$, et rompit sous 275 livres; le quatrième pesait 23 onces $\frac{28}{32}$, et rompit sous 291 livres; et le cinquième pesait 23 onces $\frac{14}{32}$, et rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$: Le poids moyen est à peu près 23 onces $\frac{14}{32}$, et la charge moyenne à peu près 287 livres. Ayant fait les mêmes épreuves sur plusieurs barreaux d'aubier d'un des chênes en écorce, le poids moyen se trouva de 23 onces $\frac{2}{32}$, et la charge moyenne de 248 livres; et ensuite ayant fait aussi la même chose sur plusieurs barreaux de cœur du même chêne en écorce, le poids moyen s'est trouvé de 25 onces $\frac{10}{32}$, et la charge moyenne de 256 livres.

Ceci prouve que l'aubier du bois écorcé est non-seulement plus fort que l'aubier ordinaire, mais même beaucoup plus que le cœur de chêne non-écorcé quoiqu'il soit moins pesant que ce dernier.

Pour en être plus sûr encore, j'ai fait tirer de l'aubier d'un autre de mes arbres écorcés, plusieurs petites solives de 2 pieds de longueur sur 1 pouce $\frac{1}{2}$ d'équarrissage, entre lesquelles je ne pus en trouver que trois d'assez parfaites pour les soumettre à l'épreuve. La première rompit sous 1294 livres ; la seconde, sous 1219 livres; la troisième, sous 2247 livres, c'est-à-dire, au poids moyen, sous 1253 livres : mais, de plusieurs solives semblables que je tirai de l'aubier d'un autre arbre en écorce, le poids moyen de la charge ne se trouva que de 997 livres, ce qui fait une différence encore plus grande que dans l'expérience précédente.

De l'aubier d'un autre arbre écorcé et séché sur pied, j'ai fait encore tirer plusieurs barreaux de deux pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai choisi six, qui, au poids moyen, ont rompu sous la charge de 501 livres; et il n'a fallu que 353 livres, au poids moyen, pour rompre plusieurs solives d'aubier d'un arbre en écorce qui portait la même longueur et le même équarrissage; et même il n'a fallu que 379 livres, au poids moyen, pour rompre plusieurs solives de cœur de chêne en écorce.

Enfin, de l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux d'un pied de longueur sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai trouvé dix-sept assez parfaits pour être mis à l'épreuve. Ils pesaient 7 onces $\frac{20}{32}$ au poids moyen, et il a fallu, pour les rompre, la charge de 798 livres : mais le poids moyen de plusieurs barreaux d'aubier d'un de mes arbres en écorce n'était que de 6 onces $\frac{28}{32}$, et la charge moyenne, qu'il a fallu pour les rompre, de 629 livres; et la charge moyenne, pour rompre de semblables barreaux de cœur de chêne en écorce, par huit différentes épreuves, s'est trouvée de 731 livres. L'aubier des arbres écorcés et séchés sur pied est donc considérablement plus pesant que l'aubier des bois ordinaires, et beaucoup plus fort que le cœur même du meilleur bois. Je ne dois pas oublier de dire que j'ai remarqué, en faisant toutes ces épreuves, que la partie extérieure de l'aubier était celle qui résistait davantage ; en sorte qu'il fallait constamment une plus grande charge pour rompre un barreau d'aubier pris à la dernière circonférence de l'arbre écorcé, que pour rompre un pareil barreau pris au dedans. Cela est tout à fait contraire à ce qui arrive dans les arbres traités à l'ordinaire, dont le bois est plus léger et plus faible à mesure qu'il est le plus près de la circonférence. J'ai déterminé la proportion de cette diminution, en pesant à la balance hydrostatique des morceaux du centre des arbres, des mor-

ceaux de la circonférence du bois parfait, et des morceaux d'aubier; mais ce n'est pas ici le lieu d'en rapporter le détail : je me contenterai de dire que, dans les arbres écorcés, la diminution de solidité du centre de l'arbre à la circonférence n'est pas à beaucoup près aussi sensible, et qu'elle ne l'est même point du tout dans l'aubier.

Les expériences que nous venons de rapporter sont trop multipliées pour qu'on puisse douter du fait qu'elles concourent à établir : il est donc très-certain que le bois des arbres écorcés et séchés sur pied est plus dur, plus solide, plus pesant, et plus fort que le bois des arbres abattus dans leur écorce; et de là je pense qu'on peut conclure qu'il est aussi plus durable. Des expériences immédiates sur la durée du bois seraient encore plus concluantes : mais notre propre durée est si courte, qu'il ne serait pas raisonnable de les tenter. Il en est ici comme de l'âge des souches, et en général comme d'un très-grand nombre de vérités importantes, que la briéveté de notre vie semble nous dérober à jamais : il faudrait laisser à la postérité des expériences commencées; il faudrait la mieux traiter que l'on ne nous a traités nous-mêmes: car le peu de traditions physiques que nous ont laissées nos ancêtres devient inutile par le défaut d'exactitude, ou par le peu d'intelligence des auteurs, et plus encore par les faits hasardés ou faux qu'ils n'ont pas eu honte de nous transmettre.

La cause physique de cette augmentation de solidité et de force dans le bois écorcé sur pied se présente d'elle-même : il suffit de savoir que les arbres augmentent en grosseur par des couches additionnelles de nouveau bois qui se forment à toutes les sèves entre l'écorce et le bois ancien. Nos arbres écorcés ne forment point de ces nouvelles couches; et, quoiqu'ils vivent après l'écorcement, ils ne peuvent grossir. La substance destinée à former le nouveau bois se trouve donc arrêtée et contrainte de se fixer dans tous les vides de l'aubier et du cœur même de l'arbre : ce qui en augmente nécessairement la solidité, et doit, par conséquent, augmenter la force du bois; car j'ai trouvé, par plusieurs épreuves, que le bois le plus pesant est aussi le plus fort.

Je ne crois pas que l'explication de cet effet ait besoin d'être plus détaillée : mais, à cause de quelques circonstances particulières qui restent à faire entendre, je vais donner le résultat de quelques autres expériences qui ont rapport à cette matière.

Le 18 décembre, j'ai fait enlever des ceintures d'écorce de trois pouces de largeur, à trois pieds au-dessus de terre, à plusieurs chênes de différents âges, en sorte que l'aubier paraissait à nu et entièrement découvert. J'interceptais par ce moyen le cours de la sève qui devait passer par l'écorce et entre l'écorce et le bois : cependant, au printemps suivant, ces arbres poussèrent des feuilles comme les autres, et ils leur ressemblaient en tout; je n'y trouvai même rien de remarquable qu'au 22 de mai; j'aperçus alors de petits bourrelets d'environ une ligne de hauteur au-dessus de la ceinture, qui sortaient d'entre l'écorce et l'aubier tout autour de ces arbres. Au-dessous de cette ceinture, il ne paraissait et il ne parut jamais rien. Pendant l'été, ces bourrelets augmentèrent d'un pouce en descendant et en s'appliquant sur l'aubier; les jeunes arbres formèrent des bourrelets plus étendus que les vieux, et tous conservèrent leurs feuilles, qui ne tombèrent que dans le temps ordinaire de leur chute. Au printemps suivant, elles reparurent un peu avant celles des autres arbres : je crus remarquer que les bourrelets se gonflèrent un peu; mais ils ne s'étendirent plus. Les feuilles résistèrent aux ardeurs de l'été, et ne tombèrent que quelques jours avant les autres. Au troisième printemps, mes arbres se parèrent encore de verdure et devancèrent les autres: mais les plus jeunes, ou plutôt les plus petits, ne la conservèrent pas longtemps, les sécheresses de juillet les dépouillèrent; les plus gros arbres ne perdirent leurs feuilles qu'en automne, et j'en ai eu deux qui en avaient encore après le quatrième printemps: mais tous ont péri, à la troisième ou dans cette quatrième année depuis l'enlèvement de leur écorce. J'ai essayé la force du bois de ces arbres; elle m'a paru plus grande que celle des bois abattus à l'ordinaire : mais la différence qui, dans les bois entièrement écorcés, est de plus d'un quart, n'est pas à beaucoup près aussi considérable ici, et même n'est pas assez sensible pour que je rapporte les épreuves que j'ai faites à ce sujet. Et en effet, ces arbres n'avaient pas laissé que de grossir au-dessus de la ceinture; ces bourrelets n'étaient qu'une expansion du *liber* qui s'était formé entre le bois et l'écorce : ainsi la sève, qui dans les arbres entièrement écorcés se trouvait contrainte de se fixer dans les pores du bois et d'en augmenter la solidité, suivit ici sa route ordinaire, et ne

déposa qu'nne petite partie de sa substance dans l'intérieur de l'arbre; le reste fut employé à la formation de ce bois imparfait, dont les bourrelets faisaient l'appendice et la nourriture de l'écorce, qui vécut aussi longtemps que l'arbre même. Au-dessons de la ceinture, l'écorce vécut aussi; mais il ne se forma ni bonrrelets ni nouveau bois, l'action des feuilles et des parties supérieures de l'arbre pompait trop puissamment la sève pour qu'elle pût se porter vers l'écorce de la partie inférieure; et j'imagine que cette écorce du pied de l'arbre a plutôt tiré sa nourriture de l'humidité de l'air, que de celle de la sève que les vaisseanx latéraux de l'aubier pouvaient lni fournir.

J'ai fait les mêmes épreuves sur plusieurs espèces d'arbres fruitiers; c'est nn moyen sûr de hâter lenr prodnction; ils fleurissent quelquefois trois semaines avant les autres, et donnent des fruits hâtifs et assez bons la première année. J'ai même eu des fruits sur un poirier dont j'avais enlevé, non-seulement l'écorce, mais même tont l'aubier, et ces fruits prématurés étaient anssi bons qne les autres. J'ai aussi fait écorcer dn haut en bas de gros pommiers et des pruniers vigoureux. Cette opératiou a fait mourir dès la première année les plus petits de ces arbres, mais les gros ont quelquefois résisté pendant deux on trois ans; ils se couvraient, avant la saison, d'une prodigieuse quantité de fleurs, mais le fruit qui leur succédait ne venait jamais en maturité, jamais même à une grosseur considérable. J'al anssi essayé de rétablir l'écorce des arbres, qui ne leur est que trop sonvent enlevée par différents accidents, et je n'ai pas travaillé sans succès; mais cette matière est tonte différente de celle que nous traitons ici, et demande nn détail particulier. Je me suis servi des idées que ces expériences m'ont fait naitre, pour mettre à fruit des arbres gourmands, et qui poussaient trop vigoureusement en bois. J'ai fait le premier essai sur un cognassier ; le 3 avril, j'ai enlevé en spirale l'écorce de deux branches de cet arbre; ces deux seules branches donnèrent des fruits, le reste de l'arbre poussa trop vigonreusement et demeura stérile. Au lieu d'enlever l'écorce, j'ai quelquefois serré la branche ou le tronc de l'arbre avec une petite corde ou de la filasse; l'effet était le même, et j'avais le plaisir de recueillir des fruits snr ces arbres, stériles depuis longtemps. L'arbre en grossissant ne rompt pas le lien qui le serre; il se forme seulement deux bourrelets, le plus gros au-dessus et le moindre au-dessous de la petite corde, et sonvent, dès la première ou la seconde année, elle se tronve reconverte et incorporée à la substance même de l'arbre.

De quelque façon qu'on intercepte donc la sève, on est sûr de hâter les prodnetions des arbres, surtont l'épanouissement des fleurs et la production des fruits. Je ne donnerai pas l'explication de ce fait, on la tronvera dans la Statique des Végétaux. Cette interception de la sève durcit anssi le bois, de quelque façon qu'on la fasse, et plus elle est grande, plus le bois devient dur. Dans les arbres entièrement écorcés, l'aubier ne devient si dnr que parce qu'étant plns poreux que le bois parfait, il tire la sève avec plns de force et en plns grande quantité. L'aubier extérienr la pompe plns puissamment que l'aubier intérieur; tont le corps de l'arbre tire jnsqu'à ce que les tuyanx capillaires se tronvent remplis et obstrués. Il faut une plus grande quantité de parties fixes de la sève ponr remplir la capacité des larges pores de l'aubier, que pour achever d'occnper les petits interstices du bois parfait; mais tont se remplit à peu près également; et c'est ce qui fait que dans ces arbres la diminution de la pesanteur et de la force dn bois, depuis le centre à la circonférence, est bien moins considérable que dans les arbres revêtus de leur écorce; et ceci prouve en même temps que l'aubier de ces arbres écorcés ne doit plus être regardé comme nn bois imparfait, puisqu'il a acquis en une année ou deux, par l'écorcement, la solidité et la force qu'autrement il n'anrait acquises qu'en douze ou quinze ans; car il faut à peu près ce temps, dans les meilienrs terrains, pour transformer l'aubier en bois parfait. On ne sera donc pas contraint de retrancher l'aubier, comme on l'a toujours fait jnsqn'ici, et de le rejeter; on emploiera les arbres dans tonte leur grosseur, ce qui fait une différence prodigieuse, puisque l'on anra sonvent quatre solives dans un pied d'arbre, duquel on n'aurait pn en tirer que deux : nn arbre de quarante ans ponrra servir à tous les usages auxquels on emploie un arbre de soixante ans; en un mot, cette pratique aisée donne le double avantage d'augmenter nonseulement la force et la solidité, mais encore le volume du bois.

Mais, dira-t-on, pourquoi l'Ordonnance a-t-elle défendu l'écorcement avec tant de sévérité?

N'y aurait-il pas quelque inconvénient à le permettre, et cette opération ne fait-elle pas périr les souches? Il est vrai qu'elle leur fait tort; mais ce tort est bien moindre qu'on ne l'imagine, et d'ailleurs il n'est que pour les jeunes souches, et n'est sensible que dans les taillis. Les vues de l'Ordonnance sont justes à cet égard, et la sévérité est sage; les marchands de bois font écorcer les jeunes chênes dans les taillis, pour vendre l'écorce qui s'emploie à tanner les cuirs; c'est là le seul motif de l'écorcement. Comme il est plus aisé d'enlever l'écorce lorsque l'arbre est sur pied, qu'après qu'il est abattu, et que de cette façon un plus petit nombre d'ouvriers peut faire la même quantité d'écorce, l'usage d'écorcer sur pied se serait rétabli souvent sans la rigueur des lois : or, pour un très-léger avantage, pour une façon un peu moins chère d'enlever l'écorce, on faisait un tort considérable aux souches. Dans un canton que j'ai fait écorcer et sécher sur pied, j'en ai compté plusieurs qui ne repoussaient plus, quantité d'autres qui poussaient plus faiblement que les souches ordinaires; leur langueur a même été durable; car, après trois ou quatre ans, j'ai vu leurs rejetons ne pas égaler la moitié de la hauteur des rejetons ordinaires de même âge. La défense d'écorcer sur pied est donc fondée en raison; il conviendrait seulement de faire quelques exceptions à cette regle trop générale. Il en est tout autrement des futaies que des taillis; il faudrait permettre d'écorcer les baliveaux et tous les arbres de service; car on sait que les futaies abattues ne repoussent presque rien; que plus un arbre est vieux lorsqu'on l'abat, moins sa souche épuisée peut produire. Ainsi, soit qu'on écorce ou non, les souches des arbres de service produiront peu lorsqu'on aura attendu le temps de la vieillesse de ces arbres pour les abattre. A l'égard des arbres de moyen âge, qui laissent ordinairement à leur souche la force de reproduire, l'écorcement ne la détruit pas; car ayant observé les souches de mes six arbres écorcés et séchés sur pied, j'ai eu le plaisir d'en voir quatre couvertes d'un assez grand nombre de rejetons ; les deux autres n'ont poussé que très-faiblement, et ces deux souches sont précisément celles des deux arbres qui, dans le temps de l'écorcement, étaient moins en sève que les autres. Trois ans après l'écorcement, tous ces rejetons avaient trois à quatre pieds de hauteur; et je ne doute pas qu'ils ne se fussent élevés bien plus haut, si le taillis qui les environne, et qui les a devancés, ne les privait pas des influences de l'air libre, si nécessaire à l'accroissement de toutes les plantes.

Ainsi, l'écorcement ne fait pas autant de mal aux souches qu'on pourrait le croire. Cette crainte ne doit donc pas empêcher l'établissement de cet usage facile et très-avantageux; mais il faut le restreindre aux arbres destinés pour le service, et il faut choisir le temps de la plus grande sève pour faire cette opération : car alors les canaux sont plus ouverts, la force de succion est plus grande, les liqueurs coulent plus aisément, passent plus librement : et par conséquent les tuyaux capillaires conservent plus longtemps leur puissance d'attraction, et tous les canaux ne se ferment que longtemps après l'écorcement; au lieu que dans les arbres écorcés avant la sève, le chemin des liqueurs ne se trouve pas frayé, et la route la plus commode se trouvant rompue avant que d'avoir servi, la sève ne peut se faire passage aussi facilement; la plus grande partie des canaux ne s'ouvre pas pour la recevoir, son action pour y pénétrer est impuissante, et ces tuyaux, sevrés de nourriture, sont obstrués faute de tension : les autres ne s'ouvrent jamais autant qu'ils l'auraient fait dans l'état naturel de l'arbre, et à l'arrivée de la sève ils ne présentent que de petits orifices, qui à la vérité doivent pomper avec beaucoup de force, mais qui doivent toujours être plutôt remplis et obstrués que les tuyaux ouverts et distendus des arbres que la sève a humectés et préparés avant l'écorcement : c'est ce qui a fait que, dans nos expériences, les deux arbres qui n'étaient pas aussi en sève que les autres ont péri les premiers, et que leurs souches n'ont pas eu la force de reproduire. Il faut donc attendre le temps de la plus grande sève pour écorcer : on gagnera encore à cette attention une facilité très-grande de faire cette opération, qui, dans un autre temps, ne laisserait pas d'être assez longue, et qui, dans cette saison de la sève, devient un très-petit ouvrage, puisqu'un seul homme monté au-dessus d'un grand arbre peut l'écorcer du haut en bas en moins de deux heures.

Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes épreuves sur d'autres bois que le chêne; mais je ne doute pas que l'écorcement et le dessèchement sur pied ne rendent tous les bois, de quelque espece qu'ils soient, plus compactes et plus

fermes; de sorte que je pense qu'on ne peut trop étendre et trop recommander cette pratique.

ARTICLE II.

EXPÉRIENCES SUR LE DESSÈCHEMENT DU BOIS A L'AIR, ET SUR SON IMBIBITION DANS L'EAU.

EXPÉRIENCE PREMIÈRE.

Pour reconnaître le temps et la gradation du dessèchement.

Le 22 mai 1733, j'ai fait abattre un chêne âgé d'environ quatre-vingt dix ans, je l'ai fait scier et équarrir tout de suite, et j'en ai fait tirer un bloc en forme de parallélipipède de 14 pouces 2 lignes ½ de hanteur, de 8 pouces 2 lignes d'épaisseur, et 9 ponces 5 lignes de largeur. Je m'étais trouvé réduit à ces mesures, parce que je ne voulais me servir que du bois parfait, qu'on appelle *le cœur*, et que j'avais fait enlever exactement tout l'aubier ou bois blanc. Ce morceau de cœur de chêne pesait d'abord 45 livres 10 onces, ce qui revient à très-peu près à 72 livres 3 onces le pied cube.

Table ***du desséchement de ce morceau de bois.***

Nota. Il était sous un hangard à l'abri du soleil.

ANNÉES, MOIS ET JOURS.	Poids du bois. liv.	onc.	ANNÉES, MOIS ET JOURS.	Poids du bois. liv.	onc.	ANNÉES, MOIS ET JOURS.	Poids du bois. liv.	onc.
1733. Mai ....23............	45	10	1733. Novem...17. pluie.....	33	4	1735. Mars.....26...........	32	13
24............	45	1	Décem...1er, pluie.....	33	4	Avril.....26...........	32	8
25............	44	10	15. gelée.....	33	3 ½	Mai.......26...........	32	7
26............	44	5	29, humid....	33	3 ½	Juin......26...........	32	6
27............	44	⅝	1734. Janvier...12, variable...	33	3 ½	Juillet....26...........	32	4
28............	43	11 ⅝	26. gelée.....	33	1 ½	Août.....26...........	32	
29............	43	7 ⅝	Févrieé... 9, pluie.....	33		Sept......26...........	32	
30............	43	4	25. vent......	33		Octobre..26...........	32	1
Juin..... 2............	42	11	Mars..... 9. temps doux	34	15 ½	Novemb..26...........	32	3
6............	42	1	25, pluie.....	34	15 ½	Décemb..26...........	32	5 ½
10............	41	8	Avril.....26...........	34	10	1736. Février...26...........	32	1
14............	40	14	Mai......26...........	34	7	Mai......27...........	32	
18............	40	7	Juin.....26...........	33	14	Août.....26...........	31	13
26............	39	15	Juillet....26...........	33	6 ½	1737. Février...26...........	31	10
Juillet... 4............	39	8	Août.....26...........	33		1738. Février...27...........	31	7
16............	38	12	Sept......26...........	32	11	1739. Février...26...........	31	5
26............	38	6	Octob....26...........	33	7	1740. Février...26...........	31	5
Août....26	37	3	Novemb..26...........	32	11	1741. Février...26...........	31	1
Sept ....26............	36	1	Décemb..26...........	32	12 ½	1742. Février...26...........	31	1
Octob...26. temps sec..	35	5	1735. Janv.....26...........	32	12	1743. Février...26...........	31	1
Novem.. 3, sec.........	33	4 ½	Février...26...........	32	12 ½	1744, Février...26...........	31	1

Cette table contient, comme l'on voit, la quantité et la proportion du desséchement pendant dix années consécutives. Dès la septième année, le desséchement était entier. Ce morceau de bois, qui pesait d'abord 45 livres 10 onces, a perdu, en se desséchant, 14 livres 8 onces, c'est-à-dire près d'un tiers de son poids. On peut remarquer qu'il a fallu sept ans pour son desséchement entier, mais qu'en onze jours il a été sec au quart, et qu'en deux mois il a été à moitié sec, puisqu'au 2 juin il avait déjà perdu 3 livres 9 onces, et qu'au 26 juillet 1733, il avait déjà perdu 7 livres 4 onces, et qu'enfin il était aux trois quarts secs au bout de dix mois. On doit observer aussi que dès que ce morceau a été sec aux deux tiers ou environ, il repompait autant et même plus d'humidité qu'il n'en exhalait.

EXPÉRIENCE II.

Pour comparer le temps et la gradation du desséchement.

Le 22 mai 1734, j'ai fait scier, dans le tronc du même arbre qui m'avait servi à l'expérience précédente, un bloc dont j'ai fait tirer un morceau tout pareil au premier, et qu'on a réduit exactement aux mêmes dimensions. Ce tronc d'arbre était depuis un an, c'est-à-dire depuis le 22 mai 1733, exposé aux injures de l'air; on l'avait laissé dans son écorce, et, pour l'empêcher de pourrir, on avait eu soin de retourner le tronc de temps en temps. Ce second morceau de bois a été pris tout auprès et au-dessous du premier.

Table *du desséchement de ce morceau.*

ANNÉES, MOIS ET JOURS.	POIDS du bois.		ANNÉES, MOIS ET JOURS.	POIDS du bois.		ANNÉES, MOIS ET JOURS.	POIDS du bois.	
	liv.	onc.		liv.	onc.		liv.	onc.
1734, Mai... 23, à 8 h du matin.	42	8	1734. Juillet. 18	37	7	Octob. 26	32	14 $\frac{1}{2}$
24, à 8 h du matin.	42		26	37	5 $\frac{1}{2}$	Nov... 26	32	13 $\frac{1}{2}$
24, à 8 h du soir...	41	12 $\frac{1}{2}$	Août... 26	36	5 $\frac{1}{2}$	Déc... 26	33	$\frac{1}{2}$
25, à 8 h du matin.	41	10 $\frac{1}{2}$	Sept... 26	35	10	1736. Févr... 26	32	13
26, *idem*	41	6	Octob.. 26	35	1 $\frac{1}{2}$	Mai... 26	32	6
27	41	5 $\frac{1}{2}$	Nov... 26	35	3 $\frac{1}{2}$	Août.. 26	32	$\frac{1}{2}$
28	40	15 $\frac{1}{2}$	Déc... 26	35	4 $\frac{1}{2}$	1737. Fév... 26	32	
29	40	13 $\frac{1}{2}$	1735. Janv... 26	35	2 $\frac{1}{2}$	1738. *idem*.. 26	31	13 $\frac{1}{2}$
30	40	11	Fév... 26	35	1	1739. *idem*.. 26	31	10 $\frac{1}{2}$
Juin.. 2	40	7	Mars... 26	35	$\frac{1}{2}$	1740. *idem*.. 26	31	8
6	40	1 $\frac{1}{2}$	Avril... 26	34	11	1741. *idem*.. 26	31	6
10	39	10 $\frac{1}{2}$	Mai... 26	34	8	1742. *idem*.. 26	31	5
14	39	5 $\frac{1}{2}$	Juin... 26	34	1	1743. *idem*.. 26	31	4 $\frac{1}{2}$
18	39	1 $\frac{1}{2}$	Juillet. 26	33	11	1744. *idem*.. 26	31	4
26	38	12	Août... 26	33	2 $\frac{1}{2}$			
Juillet. 4	37	13 $\frac{1}{2}$	Sept... 26	32	14			

En comparant cette table avec la première, on voit qu'en une année entière le bois en grume ne s'est pas plus desséché que le bois travaillé ne s'est desséché en onze jours. On voit de plus qu'il a fallu huit ans pour l'entier desséchement de ce morceau de bois qui avait été conservé en grume et dans son écorce pendant un an; au lieu que le bois travaillé d'abord s'est trouvé entièrement sec au bout de sept ans. Je suppose que ce morceau de bois pesait autant et peut-être un peu plus que le premier, et cela lorsqu'il était en grume et que l'arbre venait d'être abattu, le 23 mai 1733, c'est-à-dire qu'il pesait alors 45 livres 10 ou 12 onces. Cette supposition est fondée, parce qu'on a coupé et travaillé ce morceau de bois de la même façon et exactement sur les mêmes dimensions, et qu'au bout de dix années, et après son desséchement entier, il s'est trouvé ne différer du premier que de 3 onces, ce qui est une bien petite différence, et que j'attribue à la solidité ou densité du premier morceau, parce que le second avait été pris immédiatement au-dessous du premier, du côté du pied de l'arbre. Or on sait que plus on approche du pied de l'arbre, plus le bois a de densité. A l'égard du desséchement de ce morceau de bois depuis qu'il a été travaillé, on voit qu'il a fallu sept ans pour le dessécher entièrement comme le premier morceau; qu'il a fallu vingt jours pour dessécher au quart ce second morceau, deux mois et demi environ pour le dessécher à moitié, et treize mois pour le dessécher aux trois quarts. Enfin on voit qu'il s'est réduit, comme le premier morceau, aux deux tiers environ de sa pesanteur.

Il faut remarquer que cet arbre était en sève lorsqu'on le coupa le 23 mai 1733, et que par conséquent la quantité de la sève se trouve par cette expérience être un tiers de la pesanteur du bois; et qu'ainsi il n'y a dans le bois que deux tiers de parties solides et ligneuses, et un tiers de parties liquides et peut-être moins, comme on le verra par la suite de ces expériences. Ce desséchement et cette perte considérable de pesanteur n'a rien changé au volume; les deux morceaux de bois ont encore les mêmes dimensions, et je n'y ai remarqué ni raccourcissement ni rétrécissement : ainsi la sève est logée dans les interstices des parties ligneuses, et ces interstices restent vides et les mêmes après l'évaporation des parties humides qu'ils contiennent.

On n'a point observé que ce bois, quoique coupé en pleine sève, ait été piqué des vers, il est très-sain, et les deux morceaux ne sont gercés ni l'un ni l'autre.

EXPÉRIENCE III.

Pour reconnaître si le desséchement se fait proportionnellement aux surfaces.

Le 8 avril 1733, j'ai fait enlever par un menuisier un petit morceau de bois blanc ou aubier d'un chêne qui venait d'être abattu; et tandis qu'on le façonnait en forme de parallélipipède, un autre menuisier en façonnait un autre morceau en forme de petites planches d'égale épaisseur. Sept de ces petites planches se trouvèrent peser autant que le premier morceau, et la superficie de ce morceau était à celles des planches comme 10 est à 34 à très-peu près.

Avant que d'examiner ce qui résulte de cette expérience, il faut observer qu'il fallait 492 des

Table de la proportion du dessèchement.

Nota. Les pesanteurs ont été prises par le moyen d'une balance qui penchait à un quart de grain.

ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des sept morceaux.	ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des sept morceaux.	ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des sept morceaux.
	grains.	grains.		grains.	grains.		grains.	grains.
Avril. 8 à 2 h du soir..	2189	2189	20, humide	1590	1494	Mai.. 9, beau	1510$\frac{1}{2}$	1475
8 à 10 h du soir.	2130	1981	21...............	1576	1486	13, humide......	1511	1476
9 à 10 h du mat.	2070	1851	22, variable	1564	1484	21, beau.........	1504$\frac{1}{4}$	1465
10 même heure..	1973	1712	23, chaud.......	1556	1485	29, vent et pluie.	1505	1466
11...............	1887	1628	24...............	1530$\frac{1}{4}$	1486	Juin. 6, pluie........	1517	1489
12...............	1825	1589	25, sec..........	1543	1482	Juill. 6, beau........	1507	1479
13, temps serein.	1778$\frac{3}{4}$	1565	26, sec..........	1532$\frac{1}{2}$	1479	Août. 6, sec..........	1500	1468
14, sec..........	1744	1540$\frac{1}{2}$	27, sec..........	1518$\frac{1}{2}$	1458	10, sec..........	1489	1464
15, sec..........	1708	1525$\frac{3}{4}$	28, sec..........	1509	1449$\frac{3}{4}$	12, sec..........	1479	1450
16, sec..........	1684	1518	29, vent.........	1504	1447$\frac{1}{4}$	14, sec..........	1470	1448
17, sec..........	1656$\frac{3}{4}$	1505$\frac{3}{4}$	30, pluie........	1504	1464	15, sec..........	1461	1460$\frac{3}{4}$
18, sec..........	1650	1502	Mai.. 1er, humide....	1507	1468	16, pluie........	1464	1468
19, couvert......	1608$\frac{3}{4}$	1497$\frac{3}{4}$	3, pluie........	1512	1479	17, beau........	1463	1450

grains dont je me suis servi pour faire une once, et que le pied cube de ce bois, qui était de l'anbier, pesait à très-peu près 66 livres; que le morceau dont je me suis servi contenait à peu près 7 pouces cubiques, et chaque petit morceau un pouce, et que les surfaces étaient comme 10 est à 34. En consultant la Table, on voit que le dessèchement, dans les huit premières heures, est pour le morceau seul de 59 grains, et pour les sept morceaux de 208 grains. Ainsi la proportion du dessèchement est plus grande que celle des surfaces; car le morceau perdant 59, les sept morceaux n'auraient dû perdre que 200$\frac{3}{5}$. Ensuite on voit que, depuis dix heures du soir jusqu'à sept heures du matin, le morceau seul a perdu 60 grains, et que les sept morceaux en ont perdu 130; et que, par conséquent, le dessèchement, qui d'abord était trop grand, proportionnellement aux surfaces, est maintenant trop petit, parce qu'il aurait fallu, pour que la proportion fût juste, que le morceau seul perdant 60, les sept morceaux eussent perdu 204, au lieu qu'ils n'ont perdu que 130.

En comparant le terme suivant, c'est-à-dire le quatrième de la Table, on voit que cette proportion diminue très-considérablement, en sorte que les sept morceaux ne perdent que très-peu en comparaison de leur surface; et dès le cinquième terme, il se trouve que le morceau seul perd plus que les sept morceaux, puisque son dessèchement est de 93 grains, et que celui des sept morceaux n'est que de 84 grains. Ainsi le dessèchement se fait ici d'abord dans une proportion un peu plus grande que celle des surfaces, ensuite dans une proportion plus petite; et enfin il devient plus grand où la surface est la plus petite. On voit qu'il n'a fallu que cinq jours pour dessécher les sept morceaux, au point que le morceau seul perdait plus ensuite que les sept morceaux.

On voit aussi qu'il n'a fallu que vingt-un jours aux sept morceaux pour se dessécher entièrement, puisqu'au 29 avril ils ne pesaient plus que 1447 grains $\frac{1}{4}$, ce qui est le plus grand degré de légèreté qu'ils aient acquis, et qu'en moins de vingt-quatre heures ils étaient à moitié secs; au lieu que le morceau seul ne s'est entièrement desséché qu'en quatre mois et sept jours, puisque c'est au 15 d'août que se trouve sa plus grande légèreté, son poids n'étant alors que de 1461 grains, et qu'en trois fois vingt-quatre heures il était à moitié sec. On voit aussi que les sept morceaux ont perdu par le dessèchement plus du tiers de leur pesanteur, et le morceau seul à très-peu près le tiers.

EXPÉRIENCE IV.

Sur le même sujet que la précédente.

Le 9 avril 1734, j'ai fait prendre dans le tronc d'un chêne qui avait été coupé et abattu trois jours auparavant un morceau de bois en forme de cylindre dont j'avais déterminé la grosseur en mettant la pointe du compas dans le centre des couches annuelles, afin d'avoir la partie la plus solide de cet arbre qui avait plus de soixante ans. J'ai fait scier en deux ce cylindre pour avoir deux cylindres égaux et j'ai fait scier de la même façon en trois l'un de ces cylindres. La superfi-

cie des trois morceaux cylindriques était à la superficie du cylindre, dont ils n'avaient que le tiers de la hauteur, comme 43 est à 27, et le poids était égal, en sorte que le cylindre seul pesait, aussi bien que les trois cylindres, 28 onces $\frac{13}{16}$, et ils auraient pesé environ une livre 14 onces si on les eût travaillés le même jour que l'arbre avait été abattu.

Table du desséchement de ces morceaux de bois.

ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des trois morceaux.	ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des trois morceaux.	ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des trois morceaux.
	onces.	onces.		onces.	onces.		onces.	onces.
Avril.. 9 à 10 h du mat	28 [illegible]	28 [illegible]	23............	24 [illegible]	23 [illegible]	17............	22 [illegible]	20 [illegible]
10 à 8 h du mat..	28 [illegible]	28 [illegible]	24............	24 [illegible]	23 [illegible]	21............	22 [illegible]	20 [illegible]
11 même heure.	28 [illegible]	27 [illegible]	25............	24 [illegible]	22 [illegible]	25............	21 [illegible]	20 [illegible]
12............	27 [illegible]	27 [illegible]	26............	24 [illegible]	22 [illegible]	29............	21 [illegible]	20 [illegible]
13............	27 [illegible]	26 [illegible]	27............	24	22 [illegible]	Juin.. 2............	21 [illegible]	20 [illegible]
14............	27 [illegible]	26 [illegible]	28............	23 [illegible]	22 [illegible]	5............	21 [illegible]	20 [illegible]
15............	26 [illegible]	26 [illegible]	29............	23 [illegible]	22 [illegible]	14............	21 [illegible]	20 [illegible]
16............	26 [illegible]	25 [illegible]	30............	23 [illegible]	21 [illegible]	26............	21 [illegible]	20 [illegible]
17............	26 [illegible]	25 [illegible]	Mai... 1er............	23 [illegible]	21 [illegible]	Juill..26............	20 [illegible]	20 [illegible]
18............	26	24 [illegible]	2............	23 [illegible]	21 [illegible]	Août..26............	20 [illegible]	20 [illegible]
19............	25 [illegible]	24 [illegible]	3............	23 [illegible]	21 [illegible]	Sept..26............	20 [illegible]	20 [illegible]
20............	25 [illegible]	24 [illegible]	5............	23 [illegible]	21 [illegible]	Octob.26............	20 [illegible]	20 [illegible]
21............	25 [illegible]	23 [illegible]	9............	22 [illegible]	21 [illegible]	Nov...26............	21 [illegible]	20 [illegible]
22............	24 [illegible]	23 [illegible]	13............	22 [illegible]	21 [illegible]	Déc...26............	21 [illegible]	20 [illegible]

On voit par cette expérience, comparée avec la précédente, que le bois du centre ou cœur de chêne ne se dessèche pas tout-à-fait autant que l'aubier, en supposant même que les morceaux eussent pesé 30 onces, au lieu de 28 $\frac{13}{16}$, et cela à cause du desséchement qui s'est fait pendant trois jours, depuis le 6 avril qu'on a abattu l'arbre dont ces morceaux ont été tirés, jusqu'au 9 du même mois, jour auquel ils ont été tirés du centre de l'arbre et travaillés. Mais en partant de 28 onces $\frac{13}{16}$, ce qui était leur poids réel, on voit que la proportion du desséchement est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces; car le morceau seul ne perd, le premier jour, que $\frac{5}{16}$ d'once, et les trois morceaux perdent $\frac{7}{16}$, au lieu qu'ils n'auraient dû perdre que $\frac{4}{16} + \frac{1}{9} \times 16$. En prenant le desséchement du second jour, on voit que le morceau seul a perdu $\frac{4}{16}$ et les trois morceaux $\frac{6}{16}$, et que, par conséquent, il est à très-peu près dans la même proportion avec les surfaces qu'il était le jour précédent, et la différence est en diminution. Mais, dès le troisième jour, le desséchement est en moindre proportion que celle des surfaces; car les surfaces étant 27 et 43, les desséchements seraient comme 5 et 7 $\frac{26}{27}$, s'ils étaient en même proportion; au lieu que les desséchements sont comme 5 et 7 ou $\frac{5}{16}$ et $\frac{7}{16}$. Ainsi, dès le troisième jour, le desséchement, qui d'abord s'était fait dans une plus grande proportion que celle des surfaces, devient plus petit, et au douzième jour, le desséchement des trois morceaux est égal à celui du morceau seul; et ensuite les trois morceaux continuent à perdre moins que le morceau seul. Ainsi le desséchement se fait comme dans l'expérience précédente, d'abord dans une plus grande raison que celle des surfaces, ensuite dans une moindre proportion; et enfin il devient absolument moindre pour la surface plus grande. L'expérience suivante confirmera encore cette espèce de règle sur le desséchement du bois.

EXPÉRIENCE V.

J'ai pris, dans le même arbre qui m'avait servi à l'expérience précédente, deux morceaux cylindriques de cœur de chêne, tous deux de 4 pouces 2 lignes de diamètre et d'un pouce 4 lignes d'épaisseur. J'ai divisé l'un de ces morceaux en huit parties, par huit rayons tirés du centre, et j'ai fait fendre ce morceau en huit, selon la direction de ces rayons. Suivant ces mesures, la superficie des huit morceaux est à très-peu près double de celle du seul morceau, et ce morceau seul, aussi bien que les huit morceaux, pesaient chacun 11 onces $\frac{11}{16}$, ce qui revient à très-peu près à 70 livres le pied cube. Voici la table de leur desséchement. On doit observer, comme dans l'expérience précédente, qu'il y avait trois

ours que l'arbre dont j'ai tire ces morceaux de bois était abattu, et que, par conséquent, la quantité totale du dessèchement doit être augmentée de quelque ebose.

Table du dessèchement d'un morceau de bois, et de huit morceaux, desquels la superficie était double de celle du premier morceau, le poids étant le même.

ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des huit morceaux.	ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des huit morceaux.	ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des huit morceaux.
	onces.	onces.		onces.	onces.		onces.	onces.
Avril.. 9 à 8 h du soir.	11 [illegible]	11 [illegible]	23............	9 [illegible]	8 [illegible]	17............	8 [illegible]	8 [illegible]
10 à 6 h du mat..	11 [illegible]	11 [illegible]	24............	8 [illegible]	8 [illegible]	21............	8 [illegible]	8 [illegible]
11 même heure.	11 [illegible]	11	25............	9 [illegible]	8 [illegible]	25............	8 [illegible]	8 [illegible]
12............	10 [illegible]	10 [illegible]	26............	9 [illegible]	8 [illegible]	29............	8 [illegible]	8 [illegible]
13............	10 [illegible]	10 [illegible]	27............	9 [illegible]	8 [illegible]	Juin.. 6............	8 [illegible]	8 [illegible]
14............	10 [illegible]	10 [illegible]	28............	8 [illegible]	8 [illegible]	26............	8 [illegible]	8 [illegible]
15............	10 [illegible]	9 [illegible]	29............	8 [illegible]	8 [illegible]	Juill. 26............	8 [illegible]	8 [illegible]
16............	10 [illegible]	9 [illegible]	30............	9 [illegible]	8 [illegible]	Août.. 26............	8 [illegible]	8 [illegible]
17............	10 [illegible]	9 [illegible]	Mai... 1er............	8 [illegible]	8 [illegible]	Sept.. 26............	8 [illegible]	8 [illegible]
18............	10 [illegible]	9 [illegible]	2............	8 [illegible]	8 [illegible]	Octob. 26............	8 [illegible]	8 [illegible]
19............	8 [illegible]	9 [illegible]	3............	9 [illegible]	8 [illegible]	Nov... 26............	9 [illegible]	9 [illegible]
20............	9 [illegible]	8 [illegible]	5............	8 [illegible]	8 [illegible]	Déc... 26............	8 [illegible]	8 [illegible]
21............	9 [illegible]	8 [illegible]	8............	8 [illegible]	8 [illegible]			
22............	9 [illegible]	8 [illegible]	13............	9 [illegible]	8 [illegible]			

On voit ici, comme dans les expériences précédentes, que la proportion du dessèchsment est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces, ensuite moindre, puis beaucoup moindre, et enfin que par la plus petite surface vient bientôt à perdre plus que la plus grande.

On peut observer aussi, par les derniers termes de cette table, qu'après le dessèchement entier, au 26 août, ces morceaux de bois ont augmenté de pesanteur par l'humidité des mois de septembre, octobre et novembre, et que cette augmentation s'est faite proportionnellement aux surfaces.

EXPÉRIENCE VI.

Pour comparer le dessèchement du bois parfait qu'on appelle le cœur, avec le dessèchement du bois imparfait qu'on appelle l'aubier.

Le 1er avril 1734, j'ai fait tirer du corps d'un ebène abattu la veille, deux parallélipipèdes, l'un de cœur et l'autre d'aubier, qui pesaient tous deux 6 onces ½ : ils étaient de même figure; mais le morceau d'aubier était d'environ un quinzième plus gros que le morceau de cœur, parce que la densité du cœur de chêne nouvellement abattu est à très-peu près d'une quinzième partie plus grande que la densité de l'aubier.

Table du dessèchement de ces morceaux de bois.

ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du cœur de chêne.	POIDS du morceau d'aubier.	ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du cœur de chêne.	POIDS du morceau d'aubier.	ANNÉE 1734. MOIS ET JOURS.	POIDS du cœur de chêne.	POIDS du morceau d'aubier.
	onces.	onces.		onces.	onces.		onces.	onces.
Avril.. 1er............	6 [illegible]	6 [illegible]	Avril.. 16............	5 [illegible]	4 [illegible]	Mai.. 1er............	4 [illegible]	4 [illegible]
2............	6 [illegible]	6 [illegible]	17............	5 [illegible]	4 [illegible]	3............	4 [illegible]	4 [illegible]
3............	6 [illegible]	5 [illegible]	18............	5 [illegible]	4 [illegible]	8............	4 [illegible]	4 [illegible]
4............	5 [illegible]	5 [illegible]	19............	5 [illegible]	4 [illegible]	13............	4 [illegible]	4 [illegible]
5............	5 [illegible]	5 [illegible]	20............	5 [illegible]	4 [illegible]	17............	4 [illegible]	4 [illegible]
6............	5 [illegible]	5 [illegible]	21............	5 [illegible]	4 [illegible]	25............	4 [illegible]	4 [illegible]
7............	5 [illegible]	5 [illegible]	22............	5 [illegible]	4 [illegible]	Juin.. 2............	4 [illegible]	4 [illegible]
8............	5 [illegible]	5 [illegible]	23............	5	4 [illegible]	10............	4 [illegible]	4 [illegible]
9............	5 [illegible]	5 [illegible]	24............	4 [illegible]	4 [illegible]	26............	4 [illegible]	4 [illegible]
10............	5 [illegible]	5 [illegible]	25............	4 [illegible]	4 [illegible]	Juill. 26............	4 [illegible]	4 [illegible]
11............	5 [illegible]	5 [illegible]	26............	4 [illegible]	4 [illegible]	Août. 26............	4 [illegible]	4 [illegible]
12............	5 [illegible]	5	27............	4 [illegible]	4 [illegible]	Sept. 26............	4 [illegible]	4 [illegible]
13............	5 [illegible]	4 [illegible]	28............	4 [illegible]	4 [illegible]	Oct.. 26............	4 [illegible]	4 [illegible]
14............	5 [illegible]	4 [illegible]	29............	4 [illegible]	4 [illegible]	Nov. 26............	4 [illegible]	4 [illegible]
15............	5 [illegible]	4 [illegible]	30............	4 [illegible]	4 [illegible]	Déc.. 26............	4 [illegible]	4 [illegible]

On voit, par cette table, que, sur 6 onces $\frac{1}{4}$, la quantité totale du desséchement du morceau de cœur de ebène est 1 once $\frac{28}{32}$, et que la quantité totale du desséchement du morceau d'aubier est de 2 onces $\frac{5}{32}$; de sorte que ces quantités sont entre elles, comme 57 est à 69, et comme 14 $\frac{1}{2}$ est à 16 $\frac{1}{4}$, ce qui n'est pas fort différent de la proportion de densité du cœur et de l'aubier qui est de 15 à 14. Cela prouve que le poids le plus dense est aussi celui qui se dessèche le moins. J'ai d'autres expériences qui confirment ce fait : un morceau cylindrique d'alizier, qui pesait 15 onces $\frac{1}{2}$ le 1er avril 1734, ne pesait plus que 10 onces $\frac{1}{4}$ le 26 septembre suivant, et, par conséquent, ce morceau avait perdu plus d'un tiers de son poids. Un morceau cylindrique de bouleau, qui pesait 7 onces $\frac{1}{4}$ le même jour 1er avril, ne pesait plus que 4 onces $\frac{1}{8}$ le 26 septembre suivant. Ces bois sont plus légers que le chêne, et perdent aussi un peu plus par le desséchement; mais la différence n'est pas grande, et on peut prendre pour règle générale de la quantité du desséchement, dans les bois de toute espèce, la diminution d'un tiers de leur pesanteur, en comptant du jour que le bois a été abattu.

On voit encore, par l'expérience précédente, que l'aubier se dessèche d'abord beaucoup plus promptement que le cœur de ebène; car l'aubier était déjà a la moitié de son desséchement au bout de sept jours, et il a fallu vingt-quatre jours au morceau de cœur pour se dessécher à moitié; et par une table que ne je donne pas ici, pour ne pas trop grossir ce mémoire, je vois que l'alizier avait, en huit jours, acquis la moitié de son desséchement, et le bouleau en sept jours : d'où l'on doit conclure que la quantité qui s'évapore par le desséchement dans les différentes espèces de bois est à peu près proportionnelle à leur densité; mais que le temps nécessaire pour que les bois acquièrent un certain degré de desséchement, par exemple, celui qui est nécessaire pour qu'on les puisse travailler aisément, que ce temps, dis-je, est bien plus long pour les bois pesants que pour les bois légers, quoiqu'ils arrivent à perdre à peu près également un tiers et plus de leur pesanteur.

EXPÉRIENCE VII.

Le 26 février 1744, j'ai fait exposer au soleil les deux morceaux de bois qui m'ont servi aux deux premières expériences, et que j'ai gardés pendant vingt ans. Le plus ancien de ces morceaux, c'est-à-dire celui qui a servi à la première expérience sur le desséchement, pesait, le 26 février 1744, 31 livres 1 once 2 gros; et l'autre, c'est-à-dire celui qui avait servi à la seconde expérience, pesait le même jour 26 février 1744, 31 livres 4 onces : ils avaient d'abord été desséchés à l'air pendant dix ans; ensuite, ayant été exposés au soleil depuis le 26 février jusqu'au 8 mars, et toujours garantis de la pluie, ils se séchèrent encore, et ne pesaient plus, le premier, que 30 livres 5 onces 4 gros, et le second, 30 livres 6 onces 2 gros. Pour les dessécher encore davantage, je les fis mettre tous deux dans un four chauffé à 47 degrés au-dessus de la congélation; il était neuf heures quarante minutes du matin : on les a tirés du four deux heures après, c'est-à-dire à onze heures quarante minutes, on les a mesurés exactement, leurs dimensions n'avaient pas changé sensiblement. J'ai seulement remarqué qu'il s'était fait des gerçures sur les quatre faces les plus longues qui les rendaient d'une demi-ligne ou d'une ligne plus larges; mais la hauteur était absolument la même. On les a pesés en sortant du four; le morceau de la première expérience ne pesait plus que 29 livres 6 onces 7 gros, et celui de la seconde, 29 livres 6 onces. Dans le moment même je les ai fait jeter dans un grand vaisseau rempli d'eau, et on a chargé chaque morceau d'une pierre pour les assujettir au fond du vaisseau.

Table de l'imbibition de ces deux morceaux de bois qui étaient entièrement desséchés lorsqu'on les a plongés dans l'eau.

ANNÉE 1744. MOIS ET JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois. liv.	onc.	gr.
Mars... 6	....	1er 30	6	4
		2e 30	6	2
6	Mis au four à 9 h 40' et tirés à 11 h 40', ils pesaient	1er 29	6	7
		2e 29	6	7
6	Jetés dans l'eau à 11 h. 40' et tirés à midi 40'.	1er 32	0	2
		2e 32	12	0
9	1 heure	1er 32	6	6
		2e 33	4	6
6	1 heure	1er 32	13	0
		2e 33	6	1
6	1 heure	1er 33	1	3
		2e 33	13	1
9	1 heure	1er 33	3	4
		2e 34	0	0
6	1 heure	1er 33	6	0
		2e 34	1	7
6	1 h 15'	1er 33	8	0
		2e 34	4	2
9	1 h 45'	1er 33	0	1
		2e 34	8	2
9	1 h 55'	1er 33	16	4
		2e 34	0	6
9	1 h 55'	1er 33	11	4
		2e 34	7	2
6	1 heure	1er 32	13	2
		2e 34	8	7
9	1 heure	1er 33	13	6
		2e 34	10	2
10	11 heures.*	1er 34	6	6
		2e 33	2	6
10	12 heures	1er 34	11	2
		2e 33	7	5
11	12 heures	1er 35	0	0
		2e 35	12	1
11	12 heures	1er 35	3	1
		2e 35	14	1
12	12 heures	1er 35	8	6
		2e 36	2	6
12	12 heures	1er 35	8	3
		2e 36	5	2
13	12 heures	1er 35	11	5
		2e 36	7	6
13	12 heures	1er 35	14	2
		2e 36	10	1
14	12 heures	1er 36	1	2
		2e 36	13	1
14	12 heures	1er 36	3	4
		2e 36	15	0
15	12 heures	1er 36	4	5
		2e 37	8	7
15	12 heures	1er 36	8	2
		2e 37	2	2
16	12 heures	1er 36	8	1
		2e 37	3	4
16	12 heures	1er 36	9	0
		2e 37	5	3
17	12 heures	1er 36	10	2
		2e 37	6	0
17	12 heures	1er 36	11	2
		2e 37	7	3
18	12 heures	1er 36	12	5
		2e 37	8	4
18	12 heures	1er 36	13	2
		2e 37	9	4
19	12 heures	1er 36	14	7
		2e 37	10	7
19	12 heures	1er 37	0	2
		2e 37	12	2
Mars... 20	12 heures	1er 37	1	1
		2e 37	13	6
20	12 heures	1er 37	2	0
		2e 37	14	5
21	12 heures	1er 37	3	7
		2e 37	16	2
21	12 heures	1er 37	3	8
		2e 38	0	7
22	12 heures	1er 37	4	5
		2e 38	1	4
22	12 heures	1er 37	8	2
		2e 38	2	4
23	24 heures	1er 37	6	4
		2e 38	3	2
24	24 heures	1er 37	7	7
		2e 38	0	8
25	24 heures	1er 37	6	2
		2e 38	8	6
26	24 heures	1er 37	10	5
		2e 38	7	0
27	24 heures	1er 37	11	3
		2e 38	8	7
28	24 heures	1er 37	12	2
		2e 38	10	0
29	24 heures	1er 37	13	1
		2e 38	10	3
30	24 heures	1er 37	13	6
		2e 38	11	5
31	24 heures	1er 37	14	3
		2e 38	11	5
Avril... 1er	24 heures	1er 37	14	7
		2e 38	12	4
2	24 heures	1er 38	0	1
		2e 38	13	1
3	24 heures	1er 38	0	0
		2e 38	14	0
4	24 heures	1er 38	1	2
		2e 38	14	2
5	24 heures	1er 38	1	7
		2e 38	15	1
6, pluie	24 heures	1er 38	3	0
		2e 39	0	7
7, pluie	24 heures	1er 38	3	3
		2e 39	1	6
8, pluie	24 heures	1er 38	3	6
		2e 39	1	2
9, pluie	24 heures	1er 38	4	8
		2e 39	1	5
10, pluie	24 heures	1er 38	5	1
		2e 39	3	1
11, pluie	24 heures	1er 38	6	7
		2e 39	3	4
12, froid	24 heures	1er 38	7	5
		2e 39	5	0
13, sec	24 heures	1er 38	8	7
		2e 39	6	4
14, froid	24 heures	1er 38	6	6
		2e 39	6	8
15, pluie	24 heures	1er 38	10	2
		2e 39	7	4
16, vent	24 heures	1er 38	10	7
		2e 38	7	7
17, pluie	24 heures	1er 38	11	4
		2e 38	8	2
18, beau	24 heures	1er 38	12	1
		2e 39	9	0
19, pluie	24 heures	1er 38	13	1
		2e 39	9	4
20, pluie	24 heures	1er 38	13	2
		2e 38	10	7
21, beau	24 heures	1er 38	14	0
		2e 39	11	0
22, beau	24 heures	1er 38	14	6
		2e 39	11	6

* Le thermomètre a monté à 47 degrés; il était au degré de la congélation.

ANNÉE 1744. MOIS ET JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.	liv.	onc.	gr.
Avril.... 23, vent.....	24 heures...	1er 2e	38 39	15 12	6 8
24, pluie....	24 heures...	1er 2e	39 39	0 15	3 2
25, pluie....	24 heures...	1er 2e	39 39	1 15	2 7
26, sec......	24 heures...	1er 2e	39 39	1 14	6 2
27, vent.....	24 heures...	1er 2e	39 39	2 12	6 4
28, pluie....	24 heures...	1er 2e	39 40	4 1	1 6
29, beau....	24 heures...	1er 2e	39 40	4 1	5 6
30, sec......	24 heures...	1er 2e	39 40	5 1	1 7
Mai.... 1er, beau...	24 heures...	1er 2e	39 40	6 2	6 7
2, chaud...	24 heures...	1er 2e	39 40	6 4	4 2
3, beau....	24 heures...	1er 2e	39 40	6 5	7 7
4, beau....	24 heures...	1er 2e	39 40	7 4	6 7
5, beau....	24 heures...	1er 2e	39 40	7 4	2 4
6, vent.....	24 heures...	1er 2e	39 40	7 4	4 1
7, pluie....	24 heures...	1er 2e	39 40	7 3	5 2
8, pluie....	24 heures...	1er 2e	39 40	8 3	2 2
9, beau....	24 heures...	1er 2e	39 40	9 6	2 8
11, vent.....	2 jours....	1er 2e	39 40	8 3	1 5
13, vent.....	2 jours....	1er 2e	39 40	8 3	5 6
15, vent.....	2 jours....	1er 2e	39 40	9 8	7 7
17, pluie....	2 jours....	1er 2e	39 40	10 6	2 5
19, pluie....	2 jours....	1er 2e	39 40	11 7	5 2
21, tonnerre.	2 jours....	1er 2e	39 40	12 2	5 2
23, beau....	2 jours....	1er 2e	39 40	12 9	2 0
25, pluie....	2 jours....	1er 2e	39 40	14 10	4 0
27, beau....	2 jours....	1er 2e	40 40	1 12	1 5
29, beau....	2 jours....	1er 2e	40 40	2 12	0 4
31, beau....	2 jours....	1er 2e	40 40	1 12	2 3
Juin.... 2, sec......	2 jours....	1er 2e	40 40	2 12	4 2
4, pluie....	2 jours....	1er 2e	40 40	4 14	1 1
6, sec......	2 jours....	1er 2e	40 40	3 14	0 7
8, sec......	2 jours....	1er 2e	40 40	5 14	0 5
10, sec......	2 jours....	1er 2e	40 40	5 0	2 0
12, sec......	2 jours....	1er 2e	40 41	6 0	5 4
14, chaud...	2 jours....	1er 2e	40 41	7 1	2 0
16, pluie....	2 jours....	1er 2e	40 41	5 1	3 5
18, couv....	2 jours....	1er 2e	40 41	10 2	1 7
20, pluie....	2 jours....	1er 2e	40 41	10 2	4 5
22, couv....	2 jours....	1er 2e	40 41	11 3	5 2
24, chaud...	2 jours....	1er 2e	40 41	11 5	7 0

ANNÉE 1774. MOIS ET JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.	liv.	onc.	gr.
Juin....26, sec......	2 jours....	1er 2e	40 41	15 2	0 2
28, sec......	2 jours....	1er 2e	40 41	12 2	2 5
30, sec......	2 jours....	1er 2e	40 41	14 6	6 7
Juillet.. 2, chaud...	2 jours....	1er 2e	40 41	14 7	1 0
4, pluie....	2 jours....	1er 2e	40 41	15 3	2 5
6, pluie....	2 jours....	1er 2e	41 41	0 8	4 7
8, vent.....	2 jours....	1er 2e	41 41	1. 10	0 0
Le 10, on a été obligé de les changer de cuvier, deux cercles s'étant brisés.					
12, pluie....	4 jours....	1er 2e	41 41	2 10	6 0
16, pluie....	4 jours....	1er 2e	41 41	4 14	1 0
20, pluie....	4 jours....	1er 2e	41 41	5 15	0 0
24 couv.....	4 jours....	1er 2e	41 41	2 4	3 5
28, beau....	4 jours....	1er 2e	41 42	3 0	4 0
Août.... 1er, vent...	4 jours....	1er 2e	41 42	6 1	4 0
5, couv....	4 jours....	1er 2e	41 42	10 2	0 5
9, chaleur..	4 jours....	1er 2e	41 42	11 2	4 2
13, pluie....	4 jours....	1er 2e	41 42	12 2	1 7
17, vent.....	4 jours....	1er 2e	41 42	12 5	7 3
21, pluie....	4 jours....	1er 2e	41 42	15 5	5 4
25, variab...	4 jours....	1er 2e	41 42	14 0	7 7
29, beau....	4 jours....	1er 2e	42 42	0 7	4 2
Sept..... 2, beau. ...	4 jours....	1er 2e	42 42	1 8	0 0
6, beau....	4 jours....	1er 2e	42 42	2 9	4 2
10, variab...	4 jours....	1er 2e	42 42	2 10	5 5
14, beau....	4 jours....	1er 2e	42 42	5 11	5 4
18, chaud...	4 jours....	1er 2e	42 42	5 12	4 0
22, beau....	4 jours....	1er 2e	42 42	4 11	7 5
26, chaud...	4 jours....	1er 2e	42 42	5 12	4 2
30, beau....	4 jours....	1er 2e	42 42	6 13	7 1
Octobre. 4, vent....	4 jours....	1er 2e	42 42	7 14	4 2
8, pluie....	4 jours....	1er 2e	42 42	7 14	3 2
12, pluie....	4 jours....	1er 2e	42 42	8 15	0 0
16, pluie....	4 jours....	1er 2e	42 43	9 0	6 5
20, pluie....	4 jours....	1er 2e	42 43	10 1	2 3
24, pluie....	4 jours....	1er 2e	42 43	12 2	0 4
28, gelée....	4 jours....	1er 2e	42 43	12 3	2 0
Nov..... 1er, beau....	4 jours....	1er 2e	42 43	12 3	6 2
6, pluie....	4 jours....	1er 2e	42 43	13 4	2 0
9, beau....	4 jours....	1er 2e	42 43	14 4	0 5
13, beau....	4 jours....	1er 2e	42 43	14 5	1 2

ANNÉES 1744 ET 1745. MOIS ET JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois. liv.	onc.	gr.
1744. Nov... 17 pluie....	4 jours.....	1er 42 2e 43	15 8	2 6
21, variab...	4 jours.....	1er 43 2e 43	6 6	2 2
25, beau....	4 jours.....	1er 43 2e 43	1 7	6 6
29, neige et gelée.....	4 jours.....	1er 43 2e 43	2 8	0 6
Déc... 3, dégel...	4 jours.....	1er 43 2e 43	2 8	2 2
7, variab...	4 jours.....	1er 43 2e 43	2 8	6 4
11, gelée....	4 jours.....	1er 43 2e 43	3 9	0 0
15, pluie, neige.....	4 jours.....	1er 43 2e 43	2 9	6 6
19, pluie, brouillard.	4 jours.....	1er 43 2e 43	3 9	4 4
23, pluie, neige.....	4 jours.....	1er 43 2e 43	3 10	6 0
31, neige, dégel	8 jours.....	1er 43 2e 43	6 13	6 6
1745. Janv. 8, brouill. et pluie...	8 jours.....	1er 43 2e 43	6 11	4 2
16, gelée ...	8 jours.....	1er 43 2e 43	7 13	4 6
24, gelée, dégel [1]....	8 jours.....	1er 43 2e 43	7 14	3 0
Févr.. 1er, neige..	8 jours.....	1er 43 2e 43	7 13	7 4
9, pluie....	8 jours.....	1er 43 2e 43	8 15	3 3
17, pluie, vent, gelée.	8 jours.....	1er 43 2e 44	8 0	3 0
25, beau....	8 jours.....	1er 43 2e 44	9 1	6 0
Mars.. 5, beau [2], gelée......	8 jours.....	1er 43 2e 44	11 4	4 0
13, gelée....	8 jours.....	1er 44 2e 44	12 5	2 0
21, vent....	8 jours.....	1er 43 2e 44	11 3	0 1
29, beau....	8 jours.....	1er 43 2e 44	11 3	6 2
Avril. 6, sec......	8 jours.....	1er 43 2e 44	11 3	2 4
14, sec......	8 jours.....	1er 43 2e 44	13 5	4 0
22, pluie....	8 jours.....	1er 43 2e 44	13 6	6 0
30, beau....	8 jours.....	1er 43 2e 44	13 6	2 3
Mai.... 8, pluie [3]..	8 jours.....	1er 43 2e 44	14 7	3 2
16, beau, pluie	8 jours.....	1er 43 2e 44	15 7	0 6
24, chaud, pluie	8 jours.....	1er 44 2e 44	1 8	6 1
Juin.. 1er, froid, giboulée...	8 jours.....	1er 44 2e 44	2 8	3 7
9, frais, chaud	8 jours.....	1er 44 2e 44	3 6	6 4
17, frais, vent......	8 jours.....	1er 44 2e 44	2 9	0 7
25, pluie, vent.	8 jours.....	1er 44 2e 44	3 11	4 1

[1] Le baquet était entièrement gelé; il n'y avait qu'une pinte d'eau qui ne fût point glacée. On avait changé les bois deux jours auparavant pour relier le baquet.

[2] Les bois étaient si fort serrés par la glace, qu'il a fallu y jeter de l'eau chaude. Ils ont passé la nuit dans la cuisine auprès de la cheminée, et ils ont été pesés douze heures après l'eau chaude mise dans le cuvier.

[3] Il est visible ici que c'est la vicissitude du temps qui détermine le plus ou le moins d'augmentation, après un pareil nombre de jours; les bois ont considérablement augmenté cette fois, parce que les deux jours qui ont précédé celui qu'on les a pesés il a fait une pluie continuelle par un vent du couchant, et le lendemain il a encore continué de pleuvoir un peu, et ensuite un temps couvert et humide.

ANNÉES 1745, 1746, 1747. MOIS ET JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois. liv.	onc.	gr.
1745. Juill.. 3, pluie, chaud.....	8 jours.....	1er 44 2e 44	3 11	4 1
11, variab...	8 jours.....	1er 44 2e 44	4 11	6 2
19, pluie, chaud.....	8 jours.....	1er 44 2e 44	5 13	5 6
27, beau	8 jours.....	1er 44 2e 44	6 12	6 0
Août.. 4, pluie....	8 jours.....	1er 44 2e 44	7 13	4 4
12, pluie....	8 jours.....	1er 44 2e 44	8 14	3 2
20, pluie....	6 jours.....	1er 44 2e 44	6 15	0 1
28, pluie, beau......	8 jours.....	1er 44 2e 45	10 1	1 0
Sept.. 5, beau....	8 jours.....	1er 44 2e 45	10 2	4 4
21, beau....	16 jours.....	1er 44 2e 45	11 4	6 1
Octob. 7, sec......	16 jours.....	1er 44 2e 45	13 5	1 7
23, beau....	16 jours.....	1er 44 2e 45	15 6	6 1
Nov... 8, variab...	16 jours.....	1er 45 2e 45	1 8	4 2
24, humide..	16 jours.....	1er 45 2e 45	4 6	0 0
Déc...10, gelée...	16 jours.....	1er 45 2e 45	4 10	6 1
26, humide..	16 jours.....	1er 45 2e 45	5 10	0 4
1746. Janv..11, variab...	16 jours.....	1er 45 2e 45	4 9	4 0
27, gelée, pluie	16 jours.....	1er 45 2e 45	6 12	5 0
Févr..12, pluie, neige.....	16 jours.....	1er 45 2e 45	5 12	4 0
28, dégel....	16 jours.....	1er 45 2e 45	8 12	0 4
Mars..16, gelée, dégel.....	16 jours.....	1er 45 2e 45	6 13	0 0
Avril.. 1er, vent, neige.....	16 jours.....	1er 45 2e 45	6 13	0 0
17, sec.....	16 jours.....	1er 45 2e 45	9 14	0 0
Mai.. 3, variab..	16 jours.....	1er 45 2e 45	10 13	0 6
19, sec et chaud.....	16 jours.....	1er 45 2e 46	10 0	0 6
Juin.. 4, pluie....	16 jours.....	1er 45 2e 46	6 14	4 2
20, variab...	16 jours.....	1er 45 2e 46	10 0	6 0
Juill.. 6, variab., chaud.....	16 jours.....	1er 45 2e 46	13 0	5 1
22, sec......	16 jours.....	1er 45 2e 46	10 0	5 0
Août.. 7, humide..	16 jours.....	1er 45 2e 46	12 6	0 7
23, chaud...	16 jours.....	1er 45 2e 46	15 2	3 6
Sept.. 8, pluie....	16 jours.....	1er 45 2e 46	15 3	6 0
24, sec......	16 jours.....	1er 46 2e 46	0 3	6 5
Oct...10, humide..	16 jours.....	1er 46 2e 46	1 4	3 3
26, beau....	16 jours.....	1er 46 2e 46	1 6	0 6
Nov..11, variab...	16 jours.....	1er 46 2e 46	2 6	0 6
27, frimas...	16 jours.....	1er 46 2e 46	3 5	1 5
Déc...13, humide.	16 jours.....	1er 46 2e 46	4 7	4 4
29, humide.	16 jours.....	1er 46 2e 46	3 7	6 0
1747. Janv..14, gelée...	16 jours.....	1er 46 2e 46	3 5	0 0

ANNÉES 1747, 48, 49. MOIS ET JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.	liv.	onc.	gr.
1747. Janv..30, humide.	16 jours.....	1er	46	2	0
		2e	46	7	0
Fév...15, tempér..	16 jours.....	1er	46	1	2
		2e	46	6	0
Mars.. 5, dégel...	16 jours.....	1er	46	3	0
		2e	46	8	0
19, froid....	16 jours.....	1er	46	2	8
		2e	46	8	8
Avril.. 4, pluie....	16 jours.....	1er	46	6	1
		2e	46	9	5
20, sec......	16 jours.....	1er	46	4	7
		2e	46	8	1
Mai... 6, tempér..	16 jours.....	1er	46	6	4
		2e	46	8	4
22, variab...	16 jours.....	1er	4	7	6
		2e	46	9	0
Juin.. 7, pluv....	16 jours.....	1er	46	8	2
		2e	46	10	3
23, tempér.. pluvieux..	16 jours.....	1er	46	9	1
		2e	46	12	1
Juill.. 9, variab...	16 jours.....	1er	46	10	0
		2e	46	13	0
25. chaud et humide...	16 jours.....	1er	46	12	0
		2e	46	14	4
Août. 10, chaud, vent......	16 jours.....	1er	46	11	0
		2e	46	13	2
26, chaud, pluie......	16 jours.....	1er	46	12	0
		2e	46	13	0
Sept..11, sec......	16 jours.....	1er	46	11	0
		2e	46	13	0
27, pluv....	16 jours.....	1er	46	11	0
		2e	46	13	4
Octob.27, beau, couvert...	30 jours.....	1er	46	12	0
		2e	46	13	0
Nov..27, brum. pendant 8 j.	30 jours.....	1er	46	14	0
		2e	47	0	4
Déc...27, pluv.....	30 jours.....	1er	46	13	0
		2e	47	1	7
1748. Janv..27, gelée, neige et dég.	30 jours.....	1er	47	0	0
		2e	47	2	0
Fév...27, dégel et doux......	30 jours.....	1er	47	1	0
		2e	47	2	4
Mars..27, froid....	30 jours.....	1er	47	0	4
		2e	47	4	0
Avril.27, froid et pluv......	30 jours.....	1er	47	2	0
		2e	47	3	0
Mai...27, sec et froid......	30 jours.....	1er	47	2	0
		2e	47	4	0
Juin..27, sec.....	30 jours.....	1er	47	14	0
		2e	47	1	0
Juill..27, chaleur et pluie...	30 jours.....	1er	47	10	2
		2e	47	2	1
Août..27, chaleur, brouill...	30 jours.....	1er	47	2	0
		2e	47	4	0
Sept..27, pluv....	30 jours.....	1er	47	3	0
		2e	47	5	6
Octob.27, humide.	30 jours.....	1er	47	7	6
		2e	47	7	4
Nov...27, gelée...	30 jours.....	1er	47	4	1
		2e	47	7	4
Déc...27, pluie et vent......	30 jours.....	1er	46	4	4
		2e	47	6	7
1749. Janv..17, pluv....	30 jours.....	1er	47	6	4
		2e	47	7	4
Fév...27, pluie, ensuite sec.	30 jours.....	1er	47	6	0
		2e	47	8	2
Mars..27, pluv....	30 jours.....	1er	47	8	0
		2e	47	9	4
Avril.17, vent.....	30 jours.....	1er	47	7	0
		2e	47	9	0
Mai..27, chaud...	30 jours.....	1er	47	6	0
		2e	47	8	0

ANNÉES 1749, 50, 51, 52, 53. MOIS ET JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.	liv.	onc.	gr.
1749. Juin..27, variab...	30 jours.....	1er	47	6	4
		2e	47	8	0
Juill..27, variab...	30 jours.....	1er	47	7	2
		2e	47	8	2
Août..27, pluv....	30 jours.....	1er	47	10	0
		2e	47	11	0
Sept..27, sec......	30 jours.....	1er	47	8	0
		2e	47	10	0
Oct...27, sec......	30 jours.....	1er	47	6	0
		2e	47	7	0
Nov..27, pluv....	30 jours.....	1er	47	12	0
		2e	48	0	0
Déc...27, gelée, dégel.....	30 jours.....	1er	47	14	0
		2e	47	13	0
1750. Janv.27, humide.	30 jours.....	1er	47	13	0
		2e	47	13	4
Févr..27, variab...	30 jours.....	1er	47	13	4
		2e	47	15	6
Mars. 27, beau....	30 jours.....	1er	47	14	0
		2e	48	2	0
Avril.27, beau....	30 jours.....	1er	47	12	4
		2e	47	13	4
Mai...27, pluv....	30 jours.....	1er	47	14	0
		2e	47	18	0
Juin..27, bruin....	30 jours.....	1er	47	13	4
		2e	47	13	4
Juill..27, chal.....	30 jours.....	1er	47	13	0
		2e	47	14	0
Août..27, pluv....	30 jours.....	1er	48	0	0
		2e	48	0	0
Sept..27, bruin...	30 jours.....	1er	48	1	0
		2e	48	1	0
Oct...27, beau, couvert...	30 jours.....	1er	48	1	0
		2e	48	1	0
Nov..27, pluv....	30 jours.....	1er	48	2	0
		2e	48	2	0
1751. Janv..27, pluv....	61 jours.....	1er	48	10	0
		2e	48	13	0
Févr..27, gelée....	30 jours.....	1er	48	9	0
		2e	48	10	0
Mars..27, pluie....	30 jours.....	1er	48	13	0
		2e	48	14	0
Avril. 27, pluie....	30 jours.....	1er	48	13	0
		2e	48	14	0
Mai...27, variab...	30 jours.....	1er	48	13	0
		2e	48	13	0
Juin..27, chal.....	30 jours.....	1er	48	8	0
		2e	48	12	0
Août..27, temp....	60 jours.....	1er	48	7	0
		2e	48	8	0
Oct...27, pluv....	60 jours.....	1er	49	0	0
		2e	49	0	0
Déc...27, gelée....	60 jours.....	1er	48	10	0
		2e	48	10	0
1752. Févr..27, variab...	60 jours.....	1er	48	9	0
		2e	48	11	0
Avril. 27, sec......	60 jours.....	1er	48	6	0
		2e	48	6	0
Juin..27, chaud, pluvieux..	60 jours.....	1er	48	8	0
		2e	48	8	0
Août..27, variab..	60 jours.....	1er	48	10	0
		2e	48	10	0
Oct...27, beau....	60 jours.....	1er	48	10	4
		2e	48	11	4
Déc...27, pluv..*..	60 jours.....	1er	48	11	0
		2e	48	12	0
1753. Fév...27, humide, doux.....	60 jours.....	1er	48	10	4
		2e	48	11	6
Avril. 27, pluv....	60 jours.....	1er	48	11	4
		2e	48	12	0

* On a oublié de peser les deux morceaux de bois dans le mois de décembre.

On voit par cette expérience, qui a duré vingt ans :

1° Qu'après le desséchement à l'air pendant dix ans, et ensuite au soleil et au feu pendant dix jours, le bois de chêne, parvenu au dernier degré de son desséchement, perd plus d'nn tiers de son poids lorsqu'on le travaille tout vert, et moins d'un tiers lorsqu'on le garde dans son

écorce pendant un an avant de le travailler : car le morceau de la première expérience s'est en dix ans réduit de 45 livres 10 onces à 29 livres 6 onces 7 gros, et le morceau de la seconde expérience s'est réduit, en neuf ans, de 42 livres 8 onces à 29 livres 6 onces.

2° Que le bois, gardé dans son écorce avant d'être travaillé, prend plus promptement et plus abondamment l'eau, et par conséquent l'humidité de l'air, que le bois travaillé tout vert : car le premier morceau, qui pesait 29 livres 6 onces 7 gros, lorsqu'on l'a mis dans l'eau, n'a pris en une heure que 2 livres 8 onces 3 gros, tandis que le second morceau, qui pesait 29 livres 6 onces, a pris dans le même temps 3 livres 6 onces. Cette différence, dans la plus prompte et la plus abondante imbibition, s'est soutenue très-longtemps; car au bout de vingt-quatre heures de séjour dans l'eau, le premier morceau n'avait pris que 4 livres 15 onces 7 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 5 livres 4 onces 6 gros. Au bout de huit jours, le premier morceau n'avait pris que 7 livres 1 once 2 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 7 livres 12 onces 2 gros. Au bout d'un mois, le premier morceau n'avait pris que 8 livres 12 onces, tandis que le second a pris dans le même temps 9 livres 11 onces 2 gros. Au bout de trois mois de séjour dans l'eau, le premier morceau n'avait pris que 10 livres 14 onces 1 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 11 livres 8 onces 5 gros. Enfin ce n'a été qu'au bout de quatre ans sept mois que les deux morceaux se sont trouvés à très-peu près égaux en pesanteur.

3° Qu'il a fallu vingt mois pour que ces morceaux de bois, d'abord desséchés jusqu'au dernier degré, aient repris dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avaient sur pied et au moment qu'on venait d'abattre l'arbre dont ils ont été tirés; car au bout de ces vingt mois de séjour dans l'eau, ils pesaient 45 livres quelques onces, à peu près autant que quand on les a travaillés.

4° Qu'après avoir pris, pendant vingt mois de séjour dans l'eau, autant d'humidité qu'ils en avaient d'abord, ces bois ont continué à pomper l'eau pendant cinq ans; car au mois d'octobre 1751, ils pesaient tous deux également 49 livres. Ainsi, le bois plongé dans l'eau tire non-seulement autant d'humidité qu'il en contenait de sève, mais encore près d'un quart au delà; et la différence en poids de l'entier dessèchement à la pleine imbibition est de trente à cinquante, ou de trois à cinq environ. Un morceau de bois bien sec qui ne pèse que 3 livres en pèsera 5 lorsqu'il aura séjourné plusieurs années dans l'eau.

5° Lorsque l'imbibition du bois dans l'eau est plénière, le bois suit au fond de l'eau les vicissitudes de l'atmosphère : il se trouve toujours plus pesant lorsqu'il pleut, et plus léger lorsqu'il fait beau, comme on le voit par les pesées de ces bois dans les dernières années des expériences, en 1751, 1752 et 1753; en sorte qu'on pourrait dire, avec juste raison, qu'il fait plus humide dans l'eau lorsqu'il pleut que quand il fait beau temps.

EXPÉRIENCE VIII.

Pour reconnaître la différence de l'imbibition des bois, dont la solidité est plus ou moins grande.

Le 2 avril 1735, j'ai fait prendre dans un chêne âgé de soixante ans, qui venait d'être abattu, trois petits cylindres, l'un dans le centre de l'arbre, le second à la circonférence du bois parfait, et l'autre dans l'aubier. Ces trois cylindres pesaient chacun 985 grains. Je les ai mis dans un vase rempli d'eau douce tous trois en même temps, et je les ai pesés tous les jours pendant un mois, pour voir dans quelle proportion se faisait leur imbibition.

Table de l'imbibition de ces trois cylindres de bois.

DATES des PESÉES.	POIDS DES TROIS CYLINDRES. Cœur.	Circonfér. du cœur.	Aubier.	DATES des PESÉES.	POIDS DES TROIS CYLINDRES. Cœur.	Circonfér. du cœur.	Aubier.	DATES des PESÉES.	POIDS DES TROIS CYLINDRES. Cœur.	Circonfér. du cœur.	Aubier.
1733.	grains.	grains.	grains.	1733.	grains.	grains.	grains.	1733.	grains.	grains.	grains.
Avril, le 2.......	985	985	985	Avril. 15, sec....	1050½	1065	1078	Mai... 9, sec....	1072	1095	1071
3, 8 h. mat.	1011	1016	1065	16, chaud.	1051	1066	1074	15, chaud.	1075	1095½	1070
4........	1021	1027	1063	17, chaud.	1051½	1067	1072	21, pluie..	1075	1101	1070
5, pluie..	1025	1034	1073½	18, sec....	1052	1068	1075	25, pluie..	1077½	1103½	1084
6, humid	1030	1040	1081	19, sec....	1055	1069	1071	Juin.. 2, sec....	1078	1103½	1071
7, humid.	1035	1044	1085	20, couv..	1056	1072	1072	10, humid.	1082	1108	1078½
8, pluie..	1036	1048	1088½	21, pluie..	1057	1075	1079	18, sec....	1080	1105	1064
9, humid.	1037	1051	1090	22, couv..	1057½	1075½	1078½	Juill.. 6, pluie..	1088	1109	1060
10, couv..	1039	1055	1092½	23, couv..	1058	1077	1074½	15, pluie..	1096	1112	1077
11, sec....	1040	1056	1084	24, sec....	1059	1078½	1074	25, pluie..	1115	1126	1098
12, sec....	1042	1059	1078	25, sec....	1060	1079	1074	Août. 25, sec....	1112	1122	1095
13, sec....	1045	1061	1078½	29, sec....	1065	1087	1074	Sept.. 25, pluie..	1120	1126	1092
14, couv..	1048½	1064	1079½	Mai... 5, chaud.	1068½	1091	1075	Octob. 25, pluie..	1128	1130	1124

Cette expérience présente quelque chose de fort singulier. On voit que, pendant le premier jour, l'aubier, qui est le moins solide des trois morceaux, tire 80 grains pesant d'eau, tandis que le morceau de la circonférence du cœur n'en tire que 31, le morceau du centre 26, et que le lendemain ce même morceau d'aubier cesse de tirer l'eau ; en sorte que, pendant vingt-quatre heures entières, son poids n'a pas augmenté d'un seul grain, tandis que les deux autres morceaux continuent à tirer l'eau et à augmenter de poids ; et en jetant les yeux sur la table de l'imbibition de ces trois morceaux, on voit que celui du centre et celui de la circonférence prennent des augmentations de pesanteur depuis le 2 avril jusqu'au 10 juin, au lieu que le morceau d'aubier augmente et diminue de pesanteur par des variations fort irrégulières. Il a été mis dans l'eau le 1er avril à midi ; le ciel était couvert et l'air humide ; ce morceau pesait, comme les deux autres, 985 grains. Le lendemain, à six heures du matin, il pesait 1065 grains. Ainsi, en dix-huit heures, il avait augmenté de 80 grains, c'est-à-dire environ $\frac{1}{12}$ de son poids total. Il était naturel de penser qu'il continuerait à augmenter de poids : cependant au bout de dix-huit heures il a cessé tout d'un coup de tirer de l'eau, et il s'est passé vingt-quatre heures sans qu'il ait augmenté ; ensuite ce morceau d'aubier a repris de l'eau, et a continué d'en tirer pendant six jours, en sorte qu'au 10 avril il avait tiré 107 grains ½ d'eau : mais les deux jours suivants, le 11 et le 12, il a reperdu 14 grains ½ : ce qui fait plus de la moitié de ce qu'il avait tiré les six jours précédents. Il a demeuré presque stationnaire et au même point pendant les trois jours suivants, les 13, 14 et 15, après quoi il a continué à rendre l'eau qu'il a tirée ; en sorte que le 19 du même mois il se trouve qu'il avait rendu 21 grains ½ depuis le 10. Il a diminué encore plus aux 13 et 21 du mois suivant, et encore plus au 18 de juin ; car il se trouve qu'il a perdu 28 grains ½ depuis le 10 avril. Après cela il a augmenté pendant le mois de juillet, et au 25 de ce mois il s'est trouvé avoir tiré en total 113 grains pesant d'eau. Pendant le mois d'août il en a repris 33 grains ; et enfin il a augmenté en septembre et surtout en octobre si considérablement, que, le 25 de ce dernier mois, il avait tiré en total 139 grains.

Une expérience que j'avais faite dans une autre vue a confirmé celle-ci ; je vais en rapporter le détail pour en faire la comparaison.

J'avais fait faire quatre petits cylindres d'aubier de l'arbre dont j'avais tiré les petits morceaux de bois qui m'ont servi à l'expérience rapportée ci-dessus. Je les avais fait travailler le 8 avril, et je les avais mis dans le même vase. Deux de ces petits cylindres avaient été coupés dans le côté de l'arbre qui était exposé au nord lorsqu'il était sur pied, et les deux autres petits cylindres avaient été pris dans le côté de l'arbre qui était exposé au midi. Mon but, dans cette expérience, était de savoir si le bois de la partie de l'arbre qui est exposée au midi est plus ou moins solide que le bois qui est exposé au nord. Voici la proportion de leur imbibition :

Table de l'imbibition de ces quatre cylindres.

DATES des PESÉES.	POIDS DES MORCEAUX septentrionaux.		POIDS DES MORCEAUX méridionaux.	
	L'un.	L'autre.	L'un.	L'autre.
	grains.	grains.	grains.	grains.
1735. Avril. 8	64	64	64	64
9	75 [illegible]	76	75 [illegible]	73 [illegible]
10	75 [illegible]	75	73 [illegible]	73 [illegible]
11	76 [illegible]	76	74	74
12	77	76	74	74
13	77 [illegible]	75 [illegible]	74 [illegible]	74 [illegible]
14	76 [illegible]	76 [illegible]	75	74 [illegible]
15	77 [illegible]	77	75 [illegible]	75 [illegible]
16	77	76 [illegible]	74 [illegible]	74 [illegible]
17	75 [illegible]	75	74 [illegible]	73 [illegible]
18	77	76 [illegible]	74 [illegible]	73 [illegible]
19	77	76	74	73 [illegible]
21	78 [illegible]	77	75	76
25	77	75	74	74
29	77 [illegible]	76 [illegible]	74 [illegible]	74
Mai.... 6	77 [illegible]	76 [illegible]	74	74
13	77 [illegible]	77 [illegible]	74	74
28	78	77	76	75
Juin...30	78	76 [illegible]	75	75
Juillet.25	80 [illegible]	80	78 [illegible]	78
Août ..25	76 [illegible]	76 [illegible]	74 [illegible]	74
Sept. ..25	80 [illegible]	80 [illegible]	79 [illegible]	79 [illegible]
Octob..25	84 [illegible]	84	83	83

Cette expérience s'accorde avec l'autre, et on voit que ces quatre morceaux d'aubier augmentent et diminuent de poids les mêmes jours que le morceau d'aubier de l'autre expérience augmente ou diminue, et que par conséquent il y a une cause générale qui produit ces variations. On en sera encore plus convaincu après avoir jeté les yeux sur la table suivante.

Le 11 avril de la même année, j'ai pris un morceau d'aubier du même arbre qui pesait, avant que d'avoir été mis dans l'eau, 7 onces 3 gros. Voici la proportion de son imbibition :

MOIS et JOURS.	POIDS du morceau	MOIS et JOURS.	POIDS du morceau
1735.	onces.	1735.	onces.
Avril.......11	7 [illegible]	Avril.......21	7 [illegible]
12	7 [illegible]	25	7 [illegible]
13	7 [illegible]	Mai......... 5	7 [illegible]
14	7 [illegible]	25	7 [illegible]
15	7 [illegible]	Juin........25	7 [illegible]
16	7 [illegible]	Juillet......25	8 [illegible]
17	7 [illegible]	Août.......25	7 [illegible]
18	7 [illegible]	Septembre..25	7 [illegible]
9	7 [illegible]	Octobre 25	8 [illegible]

Cette expérience confirme encore les autres; et on ne peut pas douter, à la vue de ces tables, des variations singulières qui arrivent au bois dans l'eau. On voit que tous ces morceaux de bois ont augmenté considérablement au 25 juillet; qu'ils ont tous diminué considérablement au 25 août, et qu'ensuite ils ont tous augmenté encore plus considérablement aux mois de septembre et d'octobre.

Il est très-certain que le bois, plongé dans l'eau, en tire et rejette alternativement dans une proportion dont les quantités sont très-considérables par rapport au total de l'imbibition. Ce fait, après que je l'eus absolument vérifié, m'étonna. J'imaginai d'abord que ces variations pouvaient dépendre de la pesanteur de l'air; je pensai que l'air étant plus pesant dans le temps qu'il fait sec et chaud, l'eau chargée alors d'un plus grand poids devait pénétrer dans les pores du bois avec une force plus grande, et qu'au contraire, lorsque l'air est plus léger, l'eau qui y était entrée par la force du plus grand poids de l'atmosphère pouvait en ressortir : mais cette explication ne va pas avec les observations; car il paraît, au contraire, par les tables précédentes, que le bois dans l'eau augmente toujours de poids dans les temps de pluie, et diminue considérablement dans les temps secs et chauds : et c'est ce qui me fit proposer, quelques années après, à M. Dalibard, de faire ces expériences sur le bois plongé dans l'eau, en comparant les variations de la pesanteur du bois avec les mouvements du baromètre, du thermomètre, et de l'hygromètre, ce qu'il a exécuté avec succès et publié dans le premier volume des Mémoires étrangers, imprimés par ordre de l'Académie.

EXPÉRIENCE IX.

Sur l'imbibition du bois vert.

Le 9 avril 1735, j'ai pris dans le centre d'un chêne abattu le même jour, âgé d'environ soixante ans, un morceau de bois cylindrique qui pesait 11 onces; je l'ai mis tout de suite dans un vase plein d'eau, que j'ai eu soin de tenir toujours rempli à la même hauteur.

Table de l'imbibition de ce morceau de cœur de chêne[1].

ANNÉE, MOIS et JOURS.	POIDS du cœur de chêne	ANNÉE, MOIS et JOURS.	POIDS du cœur de chêne
1735.	onces.	1735.	onces.
Avril....... 9	11	Avril.......22	11 [illegible]
10	11 [illegible]	25	11 [illegible]
11	11 [illegible]	29	11 [illegible]
12	11 [illegible]	Mai........ 5	11 [illegible]
13	11 [illegible]	13	11 [illegible]
14	11 [illegible]	29	11 [illegible]
15	11 [illegible]	Juin........14	11 [illegible]
16	11 [illegible]	30	11 [illegible]
17	11 [illegible]	Juillet......25	11 [illegible] [2]
18	11 [illegible]	Août........25	11 [illegible]
19	11 [illegible]	Septembre..25	12
20	11 [illegible]	Octobre 25	12 [illegible]
21	11 [illegible]		

Il paraît, par cette expérience, qu'il y a dans le bois une matière grasse que l'eau dissout fort aisément; il paraît aussi qu'il y a des parties de fer dans cette matière grasse qui donnent la couleur noire.

On voit que le bois qui vient d'être coupé n'augmente pas beaucoup en pesanteur dans l'eau, puisqu'en six mois l'augmentation n'est ici que d'une douzième partie de la pesanteur totale.

EXPÉRIENCE X.

Sur l'imbibition du bois sec, tant dans l'eau douce que dans l'eau salée.

Le 22 avril 1735, j'ai pris dans une solive de chêne, travaillée plus de vingt ans auparavant, et qui avait toujours été à couvert, deux petits parallélipipèdes d'un pouce d'équarrissage sur deux pouces de hauteur. J'avais auparavant fait fondre, dans une quantité de 15 onces d'eau, 1 once de sel marin. Après avoir pesé les morceaux de bois dont je viens de parler, et avoir écrit leur poids qui était de 450 grains chacun, j'ai mis l'un de ces morceaux dans l'eau salée, et l'autre dans une égale quantité d'eau commune.

Chaque morceau pesait, avant que d'être dans l'eau, 450 grains; ils y ont été mis à cinq heures du soir, et on les a laissés surnager librement.

Table de l'imbibition de ces deux morceaux de bois.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		POIDS du bois imbibé d'eau commune	POIDS du bois imbibé d'eau salée.
		grains.	grains.
1735. Avril........	22 à 7 h du soir.	485	484
	à 10 h du soir.	495	487
	23 à 6 h du mat.	506 [illegible]	495
	à 6 h du soir.	521 [illegible]	502
	24 à 6 h du mat.	531 [illegible]	509 [illegible]
	25, même heure.	547	517 [illegible] [1]
	26..............	560	528
	27 à 6 du mat.	573	533
	28..............	582	539 [illegible]
	29..............	589 [illegible]	545 [illegible]
	30..............	598	549
Mai..........	1er..............	605	551
	2..............	609 [illegible]	553 [illegible]
	5..............	628	585
	9..............	648 [illegible]	597
	13..............	667	607
	17..............	682	616
	21..............	684	625
	29..............	704	630
Juin..........	6..............	712 [illegible]	640
	14..............	732	648
	30..............	753 [illegible]	663 [illegible]
Juillet........	25..............	770	704
Août	25..............	782 [illegible]	736
Septembre....	23..............	788 [illegible]	756 [illegible]
Octobre.......	25..............	796 [illegible]	760

J'ai observé, dans le cours de cette expérience, que le bois devient plus glissant et plus huileux dans l'eau douce que dans l'eau salée; l'eau douce devient aussi plus noire. Il se forme dans l'eau salée de petits cristaux qui s'attachent au bois sur la surface supérieure, c'est-à-dire sur la surface qui est la plus voisine de l'air. Je n'ai jamais vu de cristaux sur la surface inférieure. On voit, par cette expérience, que le bois tire l'eau douce en plus grande quantité que l'eau salée. On en sera convaincu en jetant les yeux sur les tables suivantes.

Le même jour, le 22 avril, j'ai pris dans la même solive six morceaux de bois d'un pouce d'équarrissage, qui pesaient chacun 430 grains; j'en ai mis trois dans 45 onces d'eau salée de 3 onces de sel, et j'ai mis les trois autres dans 45 onces d'eau douce et dans des vases semblables. Je les avais numérotés : 1, 2, 3 étaient dans l'eau salée, et les numéros 4, 5, 6 étaient dans l'eau douce.

[1] L'eau, quoique changée très-souvent, prenait une couleur noire peu de temps après que le bois y était plongé; quelquefois cette eau était recouverte d'une espèce de pellicule huileuse, et le bois a toujours été gluant jusqu'au 29 avril, quoique l'eau se soit clarifiée quelques jours auparavant.

[2] On voit que, dans les temps auxquels les aubiers des expériences précédentes diminuent au lieu d'augmenter de pesanteur dans l'eau, le bois de cœur de chêne n'augmente ni ne diminue.

[1] Il s'était formé de petits cristaux de sel tout autour du morceau, un peu au-dessous de la ligne de l'eau dans laquelle il surnageait.

TABLE *de l'imbibition de ces six morceaux*.

Nota. Avant d'avoir été mis dans l'eau, ils pesaient tous 450 grains; on les a mis dans l'eau à cinq heures et demie du soir.

MOIS ET JOURS des PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.	MOIS ET JOURS des PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.	MOIS ET JOURS des PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.
1733.	grains.	grains.	1733.	grains.	grains.	1733.	grains.	grains.
Avril. 22 à 6 heures et demie.	450 449 [illegible] 448 [illegible]	434 432 431	Avril. 28 à 8 h. du s.	514 501 505 [illegible]	535 532 531	Mai...29 à 5 h. du s.	619 [illegible] 618 612	682 667 664
à 7 heures et demie.	453 432 451	459 458 455 [illegible]	29..........	517 513 507	560 [illegible] 557 [illegible] 555 [illegible]	Juin.. 6..........	622 620 [illegible] 613	694 680 679 [illegible]
à 8 heures et demie.	456 455 453	465 464 459 [illegible]	30..........	522 520 [illegible] 512 [illegible]	571 568 567	14..........	628 627 620	703 696 691 [illegible]
à 9 heures et demie.	458 437 453	466 465 462	Mai... 1er	527 525 515	575 574 [illegible] 570	30..........	643 642 634	724 715 713 [illegible]
23 à 5 heures du matin.	467 464 465	479 [illegible] 478 [illegible] 473	2..........	520 [illegible] 529 519 [illegible]	582 577 575	Juill..25..........	663 [illegible] 637 618	717 [illegible] 731 [illegible] 729
à 6 heures du soir...	475 474 471	494 [illegible] 491 488	5..........	567 564 555	600 594 595	Août..25..........	688 694 696	747 742 736
24, même heure....	482 480 479	505 [illegible] 503 504	9..........	573 570 561 [illegible]	621 [illegible] 613 [illegible] 606	Sept..25..........	718 714 704	752 748 740
25..........	490 [illegible] 486 [illegible] 485 [illegible]	518 [illegible] 518 513	13..........	581 578 570	634 [illegible] 632 [illegible] 624 [illegible]	Octob.	723 713 [illegible] 707 [illegible]	757 [illegible] 754 742
26..........	501 497 495	532 529 527 [illegible]	17..........	589 682 575	655 648 657			
27..........	507 [illegible] 504 499	545 540 539	21..........	597 584 583	670 655 649			

Il résulte de cette expérience et de toutes les précédentes :

1° Que le bois de chêne perd environ un tiers de son poids par le desséchement, et que les bois moins solides que le chêne perdent plus d'un tiers de leur poids;

2° Qu'il faut sept ans au moins pour dessécher des solives de 8 à 9 pouces de grosseur, et que par conséquent il faudrait beaucoup plus du double de temps, c'est-à-dire plus de quinze ans pour dessécher une poutre de 16 a 18 pouces d'équarrissage;

3° Que le bois abattu et gardé dans son écorce se dessèche si lentement, que le temps qu'on le garde dans son écorce est en pure perte pour le desséchement, et que par conséquent il faut equarrir les bois peu de temps après qu'ils auront été abattus;

4° Que, quand le bois est parvenu aux deux tiers de son desséchement, il commence à repomper l'humidité de l'air, et qu'il faut par conséquent conserver dans des lieux fermés les bois secs qu'on veut employer à la menuiserie;

5° Que le desséchement du bois ne diminue pas sensiblement son volume, et que la quantité de la sève est le tiers de celle des parties solides de l'arbre;

6° Que le bois de chêne abattu en pleine sève, s'il est sans aubier, n'est pas plus sujet aux vers que le bois de chêne abattu dans toute autre saison;

7° Que le desséchement du bois est d'abord en raison plus grande que celle des surfaces, et ensuite en moindre raison; que le desséchement total d'un morceau de bois de volume égal, et de surface double d'un autre, se fait en deux ou trois fois moins de temps; que le desséchement total du bois à volume égal et surface triple se fait en cinq ou six fois environ moins de temps;

8° Que l'augmentation de pesanteur que le bois sec acquiert en repompant l'humidité de l'air est proportionnelle à la surface;

9° Que le desséchement total des bois est proportionnel à leur légèreté, en sorte que l'aubier se dessèche plus que le cœur de chêne, dans la raison de sa densité relative, qui est à peu près de $\frac{1}{15}$ moindre que celle du cœur;

10° Que, quand le bois est entièrement desséché à l'ombre, la quantité dont on peut en-

core le dessécher en l'exposant au soleil, et ensuite dans un four échauffé à 47 degrés, ne sera guère que d'une dix-septième ou dix-huitième partie du poids total du bois, et que par conséquent ce dessèchement artificiel est coûteux et inutile;

11° Que les bois secs et légers, lorsqu'ils sont plongés dans l'eau, s'en remplissent en très-peu de temps; qu'il ne faut, par exemple, qu'un jour à un petit morceau d'aubier pour se remplir d'eau, au lieu qu'il faut vingt jours à un pareil morceau de cœur de chêne;

12° Que le bois de cœur de chêne n'augmente que d'une douzième partie de son poids total, lorsqu'on l'a plongé dans l'eau au moment qu'on vient de le couper, et qu'il faut même un très-long temps pour qu'il augmente de cette douzième partie en pesanteur;

13° Que le bois plongé dans l'eau douce la tire plus promptement et plus abondamment que le bois plongé dans l'eau salée ne tire l'eau salée;

14° Que le bois plongé dans l'eau s'imbibe bien plus promptement qu'il ne se dessèche à l'air, puisqu'il n'a fallu que douze jours aux morceaux des deux premières expériences pour reprendre dans l'eau la moitié de toute l'humidité qu'ils avaient perdue par le dessèchement en sept ans, et qu'en vingt-deux mois ils se sont chargés d'autant d'humidité qu'ils en avaient jamais eu, en sorte qu'au bout de ces vingt-deux mois de séjour dans l'eau ils pesaient autant que quand on les avait coupés douze ans auparavant;

15° Enfin, que quand les bois sont entièrement remplis d'eau, ils éprouvent, au fond de l'eau, des variations relatives à celles de l'atmosphère, et qui se reconnaissent à la variation de leur pesanteur; et quoiqu'on ne sache pas bien à quoi correspondent ces variations, on voit cependant en général que le bois plongé dans l'eau est plus humide lorsque l'air est humide, et moins humide lorsque l'air est sec, puisqu'il pèse constamment plus dans les temps de pluie que dans les beaux temps.

ARTICLE III.

SUR LA CONSERVATION ET LE RÉTABLISSEMENT DES FORÊTS.

Le bois, qui était autrefois très-commun en France, maintenant suffit à peine aux usages indispensables, et nous sommes menacés pour l'avenir d'en manquer absolument. Ce serait une vraie perte pour l'état d'être obligé d'avoir recours à ses voisins, et de tirer de chez eux à grands frais ce que nos soins et quelque légère économie peuvent nous procurer. Mais il faut s'y prendre à temps, il faut commencer dès aujourd'hui; car si notre indolence dure, si l'envie pressante que nous avons de jouir continue à augmenter notre indifférence pour la postérité; enfin si la police des bois n'est pas réformée, il est à craindre que les forêts, cette partie la plus noble du domaine de nos rois, ne deviennent des terres incultes, et que le bois de service, dans lequel consiste une partie des forces maritimes de l'état, ne se trouve consommé et détruit sans espérance prochaine de renouvellement.

Ceux qui sont préposés à la conservation des bois se plaignent eux-mêmes de leur dépérissement: mais ce n'est pas assez de se plaindre d'un mal qu'on ressent déjà, et qui ne peut qu'augmenter avec le temps; il en faut chercher le remède, et tout bon citoyen doit donner au public les expériences et les réflexions qu'il peut avoir faites à cet égard. Tel a toujours été le principal objet de l'Académie: l'utilité publie est le but de ses travaux. Ces raisons ont engagé feu M. de Réaumur à nous donner, en 1721, de bonnes remarques sur l'état des bois du royaume. Il pose des faits incontestables, il offre des vues saines, et il indique des expériences qui feront honneur à ceux qui les exécuteront. Engagé par les mêmes motifs, et me trouvant à portée des bois, je les ai observés avec une attention particulière; et enfin, animé par les ordres de M. le comte de Maurepas, j'ai fait plusieurs expériences sur ce sujet. Des vues d'utilité particulière, autant que de curiosité de physicien, m'ont porté à faire exploiter mes bois taillis sous mes yeux; j'ai fait des pépinières d'arbres forestiers; j'ai semé et planté plusieurs cantons de bois, et ayant fait toutes ces épreuves en grand, je suis en état de rendre compte du peu de succès de plusieurs pratiques qui réussissaient en petit, et que les auteurs d'agriculture avaient recommandées. Il en est ici comme de tous les autres arts: le modèle qui réussit le mieux en petit souvent ne peut s'exécuter en grand.

Tous nos projets sur les bois doivent se réduire à tâcher de conserver ceux qui nous restent, et à renouveler une partie de ceux que nous avons détruits. Commençons par examiner

les moyens de conservation, après quoi nous viendrons à ceux de renouvellement.

Les bois de service du royaume consistent dans les forêts qui appartiennent à Sa Majesté, dans les réserves des ecclésiastiques et des gens de mainmorte, et enfin dans les baliveaux que l'Ordonnance oblige de laisser dans tous les bois.

On sait, par une expérience déjà trop longue, que le bois des baliveaux n'est pas de bonne qualité, et que d'ailleurs ces baliveaux font tort aux taillis. J'ai observé fort souvent les effets de la gelée du printemps dans deux cantons de bois taillis voisins l'un de l'autre. On avait conservé dans l'un tous les baliveaux de quatre coupes successives; d'ans l'autre, on n'avait conservé que les baliveaux de la dernière coupe. J'ai reconnu que la gelée avait fait un si grand tort au taillis surchargé de baliveaux, que l'autre taillis l'a devancé de cinq ans sur douze. L'exposition était la même; j'ai sondé le terrain en différents endroits, il était semblable. Ainsi je ne puis attribuer cette différence qu'à l'ombre et à l'humidité que les baliveaux jetaient sur le taillis, et à l'obstacle qu'ils formaient au dessèchement de cette humidité, en interrompant l'action du vent et du soleil.

Les arbres qui poussent vigoureusement en bois produisent rarement beaucoup de fruit; les baliveaux se chargent d'une grande quantité de glands, et annoncent par là leur faiblesse. On imaginerait que ce gland devrait repeupler et garnir les bois : mais cela se réduit à bien peu de chose; car de plusieurs millions de ces graines qui tombent au pied des arbres, à peine en voit-on lever quelques centaines, et ce petit nombre est bientôt étouffé par l'ombre continuelle ou le manque d'air, ou supprimé par le *dégouttement* de l'arbre, et par la gelée qui est toujours plus vive près de la surface de la terre, ou enfin détruit par les obstacles que ces jeunes plantes trouvent dans un terrain traversé d'une infinité de racines et d'herbes de toute espèce. On voit, à la vérité, quelques arbres de brin dans les taillis; ces arbres viennent de graines, car le chêne ne se multiplie pas par rejetons au loin, et ne pousse pas de la racine : mais ces arbres de brin sont ordinairement dans les endroits clairs des bois, loin des gros baliveaux, et sont dus aux mulots ou aux oiseaux, qui, en transportant les glands, en sèment une grande quantité. J'ai su mettre à profit ces graines que les oiseaux laissent tomber. J'avais observé, dans un champ qui depuis trois ou quatre ans était demeuré sans culture, qu'autour de quelques petits buissons, qui s'y trouvaient fort loin les uns des autres, plusieurs petits chênes avaient paru tout d'un coup; je reconnus bientôt par mes yeux que cette plantation appartenait à des geais, qui, en sortant des bois, venaient d'habitude se placer sur ces buissons pour manger leur gland, et en laissaient tomber la plus grande partie, qu'ils ne se donnaient jamais la peine de ramasser. Dans un terrain que j'ai planté dans la suite, j'ai eu soin d'y mettre de petits buissons; les oiseaux s'en sont emparés, et ont garni les environs d'une grande quantité de jeunes chênes.

Il faut qu'il y ait déjà du temps qu'on ait commencé à s'apercevoir du dépérissement des bois, puisque autrefois nos rois ont donné des ordres pour leur conservation. La plus utile de ces Ordonnances est celle qui établit, dans les bois des ecclésiastiques et gens de mainmorte, la réserve du quart pour croître en futaie; elle est ancienne et a été donnée, pour la première fois, en 1573, confirmée en 1597, et cependant demeurée sans exécution jusqu'à l'année 1669. Nous devons souhaiter qu'on ne se relâche point à cet égard. Ces réserves sont un fonds, un bien réel pour l'état, un bien de bonne nature; car elles ne sont pas sujettes aux défauts des baliveaux : rien n'a été mieux imaginé, et on en aurait bien senti les avantages, si jusqu'à présent le crédit, plutôt que le besoin, n'en eût pas disposé. On préviendrait cet abus en supprimant l'usage arbitraire des permissions, et en établissant un temps fixe pour la coupe des réserves : ce temps serait plus ou moins long, selon la qualité du terrain, ou plutôt selon la profondeur du sol; car cette attention est absolument nécessaire. On pourrait donc en régler les coupes à cinquante ans dans un terrain de deux pieds et demi de profondeur, à soixante-dix ans dans un terrain de trois pieds et demi, et à cent ans dans un terrain de quatre pieds et demi et au delà de profondeur. Je donne ces termes d'après les observations que j'ai faites, au moyen d'une tarière haute de cinq pieds, avec laquelle j'ai sondé quantité de terrains, où j'ai examiné en même temps la hauteur, la grosseur et l'âge des arbres; cela se trouvera assez juste pour les terres fortes et pétrissables. Dans les terres légères et sablonneuses, on pourrait

fixer les termes des coupes à quarante, soixante et quatre-vingts ans ; on perdrait à attendre plus longtemps, et il vaudrait infiniment mieux garder du bois de service dans des magasins, que de le laisser sur pied dans les forêts, où il ne peut manquer de s'altérer après un certain âge.

Dans quelques provinces maritimes du royaume, comme dans la Bretagne près d'Ancenis, il y a des terrains de communes qui n'ont jamais été cultivés, et qui, sans être en nature de bois, sont couverts d'une infinité de plantes inutiles, comme de fougeres, de genêts et de bruyères, mais qui sont en même temps plantés d'une assez grande quantité de chênes isolés. Ces arbres, souvent gâtés par l'abroutissement du bétail, ne s'élèvent pas; ils se courbent, ils se tortillent, et ils portent une mauvaise figure, dont cependant on tire quelque avantage, car ils peuvent fournir un grand nombre de pièces courbes pour la marine, et, par cette raison, ils méritent d'être conservés. Cependant on dégrade tous les jours ces espèces de plantations naturelles; les seigneurs donnent ou vendent aux paysans la liberté de couper dans ces communes, et il est à craindre que ces magasins de bois courbes ne soient bientôt épuisés. Cette perte serait considérable; car les bois courbes de bonne qualité, tels que sont ceux dont je viens de parler, sont fort rares. J'ai cherché les moyens de faire des bois courbes, et j'ai sur cela des expériences commencées qui pourront réussir, et que je vais rapporter en deux mots. Dans un taillis j'ai fait couper à différentes hauteurs, savoir, à 2, 4, 6, 8, 10 et 12 pieds au-dessus de terre, les tiges de plusieurs jeunes arbres, et, quatre années ensuite, j'ai fait couper le sommet des jeunes branches que ces arbres étêtés ont produites; la figure de ces arbres est devenue, par cette double opération, si irrégulière, qu'il n'est pas possible de la décrire, et je suis persuadé qu'un jour ils fourniront du bois courbe. Cette façon de courber le bois serait bien plus simple et bien plus aisée à pratiquer que celle de charger d'un poids, ou d'assujettir par une corde la tête des jeunes arbres, comme quelques gens l'ont proposé [1].

Tous ceux qui connaissent un peu les bois savent que la gelée du printemps est le fléau des taillis; c'est elle qui, dans les endroits bas et dans les petits vallons, supprime continuellement les jeunes rejetons, et empêche le bois de s'élever : en un mot, elle fait au bois un aussi grand tort qu'à toutes les autres productions de la terre; et si ce tort a jusqu'ici été moins connu, moins sensible, c'est que la jouissance d'un taillis étant éloignée, le propriétaire y fait moins d'attention, et se console plus aisément de la perte qu'il fait : cependant cette perte n'en est pas moins réelle, puisqu'elle recule son revenu de plusieurs années. J'ai tâché de prévenir, autant qu'il est possible, les mauvais effets de la gelée, en étudiant la façon dont elle agit, et j'ai fait sur cela des expériences qui m'ont appris que la gelée agit bien plus violemment à l'exposition du midi qu'à l'exposition du nord; qu'elle fait tout périr à l'abri du vent, tandis qu'elle épargne tout dans les endroits où il peut passer librement. Cette observation, qui est constante, fournit un moyen de préserver de la gelée quelques endroits des taillis, au moins pendant les deux ou trois premières années, qui sont le temps critique, et où elle les attaque avec plus d'avantage. Ce moyen consiste à observer, quand on les abat, de commencer la coupe du côté du nord. Il est aisé d'y obliger les marchands de bois en mettant cette clause dans leur marché, et je me suis déjà très-bien trouvé d'avoir pris cette précaution pour quelques-uns de mes taillis.

Un père de famille, un homme arrangé qui se trouve propriétaire d'une quantité un peu considérable de bois taillis, commence par les faire arpenter, borner, diviser et mettre en coupe réglée; il s'imagine que c'est là le plus haut point d'économie : tous les ans il vend le même nombre d'arpents; de cette façon ses bois deviennent un revenu annuel. Il se sait bon gré de cette règle, et c'est cette apparence d'ordre qui a fait prendre faveur aux coupes réglées. Cependant il s'en faut bien que ce soit là le moyen de tirer de ses taillis tout le profit qu'on en pourrait obtenir. Ces coupes réglées ne sont bonnes que pour ceux qui ont des terres éloignées qu'ils ne peuvent visiter : la coupe réglée de leurs bois est une espèce de ferme; ils comptent sur le produit, et le reçoivent sans se donner aucun soin. Cela doit convenir à grand nombre de gens; mais pour ceux dont l'habitation se trouve

[1] Ces jeunes arbres que j'avais fait étêter en 1734, et dont on avait encore coupé la principale branche en 1737, m'ont fourni, en 1769, plusieurs courbes très-bonnes, et dont je me suis servi pour les roues des marteaux et des soufflets de mes forges.

fixée à la campagne, et même pour ceux qui y vont passer un certain temps toutes les années, il leur est facile de mieux ordonner les coupes de leurs bois taillis. En général ont peut assurer que, dans les bons terrains, on gagnera à les attendre, et que, dans les terrains où il n'y a pas de fond, il faut les couper fort jeunes; mais il serait à souhaiter qu'on pût donner de la précision à cette règle, et déterminer au juste l'âge où l'on doit couper les taillis. Cet âge est celui où l'accroissement du bois commence à diminuer. Dans les premières années, le bois croît de plus en plus, c'est-à-dire que la production de la seconde année est plus considérable que celle de la première année; l'accroissement de la troisième année est plus grand que celui de la seconde: ainsi l'accroissement du bois augmente jusqu'à un certain âge, après quoi il diminue. C'est ce point, ce *maximum*, qu'il faut saisir pour tirer de son taillis tout l'avantage et tout le profit possible. Mais comment le reconnaître? comment s'assurer de cet instant? il n'y a que des expériences faites en grand, des expériences longues et pénibles, des expériences telles que M. de Réaumur les a indiquées, qui puissent nous apprendre l'âge où les bois commencent à croître de moins en moins. Ces expériences consistent à couper et peser tous les ans le produit de quelques arpents de bois, pour comparer l'augmentation annuelle, et reconnaître, au bout de plusieurs années, l'âge où elle commence à diminuer.

J'ai fait plusieurs autres remarques sur la conservation des bois, et sur les changements qu'on devrait faire aux règlements des forêts, que je supprime comme n'ayant aucun rapport avec des matières de physique; mais je ne dois pas passer sous silence ni cesser de recommander le moyen que j'ai trouvé d'augmenter la force et la solidité du bois de service, et quo j'ai rapporté dans le premier article de ce Mémoire. Rien n'est plus simple; car il ne s'agit que d'écorcer les arbres, et les laisser ainsi sécher et mûrir sur pied avant que de les abattre. L'aubier devient, par cette opération, aussi dur que le cœur de chêne; il augmente considérablement de force et de densité, comme je m'en suis assuré par un grand nombre d'expériences, et les souches de ces arbres écorcés et séchés sur pied ne laissent pas que de repousser et de reproduire des rejetons. Ainsi il n'y a pas le moindre inconvénient à établir cette pratique, qui, en augmentant la force et la durée du bois mis en œuvre, doit en diminuer la consommation, et, par conséquent, doit être mise au nombre des moyens de conserver les bois. Venons maintenant à ceux qu'on doit employer pour les renouveler.

Cet objet n'est pas moins important que le premier. Combien y a-t-il, dans le royaume, de terres inutiles, de landes, de bruyères, de communes qui sont absolument stériles! La Bretagne, le Poitou, la Guyenne, la Bourgogne, la Champagne et plusieurs autres provinces ne contiennent que trop de ces terres inutiles. Quel avantage pour l'état si on pouvait les mettre en valeur! La plupart de ces terrains étaient autrefois en nature de bois, comme je l'ai remarqué dans plusieurs de ces cantons déserts, où l'on trouve encore quelques vieilles souches presque entièrement pourries. Il est à croire qu'on a peu à peu dégradé les bois de ces terrains, comme on dégrade aujourd'hui les communes de Bretagne, et que, par la succession des temps, on les a absolument dégarnis. Nous pouvons donc raisonnablement espérer de rétablir ce que nous avons détruit. On n'a pas de regret à voir des rochers nus, des montagnes couvertes de glace ne rien produire; mais comment peut-on s'accoutumer à souffrir, au milieu des meilleures provinces d'un royaume, de bonnes terres en friches, des contrées entières mortes pour l'état? Je dis de bonnes terres, parce que j'en ai vu et j'en ai fait défricher, qui non-seulement étaient de qualité à produire de bon bois, mais même des grains de toute espèce. Il ne s'agirait donc que de semer ou de planter ces terrains: mais il faudrait que cela pût se faire sans grande dépense; ce qui ne laisse pas que d'avoir quelques difficultés, comme on jugera par le détail que je vais faire.

Comme je souhaitais de m'instruire à fond sur la manière de semer et de planter des bois, après avoir lu le peu que nos auteurs d'agriculture disent sur cette matière, je me suis attaché à quelques auteurs anglais, comme Evelyn, Miller, etc., qui me paraissaient être plus au fait, et parler d'après l'expérience. J'ai voulu d'abord suivre leurs méthodes en tout point, et j'ai planté et semé des bois à leur façon; mais je n'ai pas été longtemps sans m'apercevoir que cette façon était ruineuse, et qu'en suivant leurs conseils, les bois, avant que d'être en âge, m'auraient coûté dix fois plus que leur valeur.

J'ai reconnu alors que toutes leurs expériences avaient été faites en petit dans des jardins, dans des pépinières, ou tout au plus dans quelques parcs, où l'on pouvait cultiver et soigner les jeunes arbres; mais ce n'est point ce qu'on cherche quand on veut planter des bois: on a bien de la peine à se résoudre à la première dépense nécessaire; comment ne se refuserait-on pas à toutes les autres, comme celles de la culture, de l'entretien, qui d'ailleurs deviennent immenses lorsqu'on plante de grands cantons? J'ai donc été obligé d'abandonner ces auteurs et leurs méthodes, et de chercher à m'instruire par d'autres moyens; et j'ai tenté une grande quantité de façons différentes, dont la plupart, je l'avouerai, ont été sans succès, mais qui du moins m'ont appris des faits, et m'ont mis sur la voie de réussir.

Pour travailler, j'avais toutes les facilités qu'on peut souhaiter, des terrains de toute espèce, en friche et cultivés; une grande quantité de bois taillis et des pépinières d'arbres forestiers, où je trouvais tous les jeunes plants dont j'avais besoin. Enfin j'ai commencé par vouloir mettre en nature de bois une espèce de terrain de quatre-vingts arpents, dont il y en avait environ vingt en friche, et soixante en terres labourables, produisant tous les ans du froment et d'autres grains, même assez abondamment. Comme mon terrain était naturellement divisé en deux parties presque égales par une haie de bois taillis, que l'une des moitiés était d'un niveau fort uni, et que la terre me paraissait être partout de même qualité, quoique de profondeur assez inégale, je pensai que je pourrais profiter de ces circonstances pour commencer une expérience dont le résultat est fort éloigné, mais qui sera fort utile; c'est de savoir dans le même terrain la différence que produit sur un bois l'inégalité de profondeur du sol, afin de déterminer, plus juste que je ne l'ai fait ci-devant, à quel âge on doit couper les bois de futaie. Quoique j'aie commencé fort jeune, je n'espère pas que je puisse me satisfaire pleinement à cet égard, même en me supposant une fort longue vie; mais j'aurai au moins le plaisir d'observer quelque chose de nouveau tous les ans: et pourquoi ne pas laisser à la postérité des expériences commencées? J'ai donc fait diviser mon terrain par quart d'arpent, et, à chaque angle, j'ai fait sonder la profondeur avec ma tarière; j'ai rapporté sur un plan tous les points où j'ai sondé, avec la note de la profondeur du terrain et de la qualité de la pierre qui se trouvait au-dessous, dont la mèche de la tarière ramenait toujours des échantillons; et de cette façon, j'ai le plan de la superficie et du fond de ma plantation, plan qu'il sera aisé quelques jours de comparer avec la production [1].

Après cette opération préliminaire, j'ai partagé mon terrain en plusieurs cantons, que j'ai fait travailler différemment. Dans l'un, j'ai fait donner trois labours à la charrue, dans un autre, deux labours, dans un troisième, un labour seulement; dans d'autres, j'ai fait planter les glands à la pioche et sans avoir labouré; dans d'autres, j'ai fait simplement jeter les glands, ou je les ai fait placer à la main dans l'herbe; dans d'autres, j'ai planté de petits arbres, que j'ai tirés de mes bois; dans d'autres, des arbres de même espèce, tirés de mes pépinieres; j'en ai fait semer et planter quelques-uns à un pouce de profondeur, quelques autres à six pouces; dans d'autres, j'ai semé des glands que j'avais auparavant fait tremper dans différentes liqueurs, comme dans l'eau pure, dans de la lie de vin, dans l'eau qui s'était égouttée d'un fumier, dans de l'eau salée. Enfin, dans plusieurs cantons, j'ai semé des glands avec de l'avoine; dans plusieurs autres, j'en ai semé que j'avais fait germer auparavant dans la terre. Je vais rapporter en peu de mots le résultat de toutes ces épreuves, et de plusieurs autres que je supprime ici, pour ne pas rendre cette énumération trop longue.

La nature du terrain où j'ai fait ces essais m'a paru semblable dans toute son étendue; c'est une terre fort pétrissable, un tant soit peu mêlée de glaise, retenant l'eau longtemps, et se séchant assez difficilement, formant par la gelée et par la sécheresse une espèce de croûte avec plusieurs petites fentes à sa surface, pro-

[1] Cette opération ayant été faite en 1731, et le bois semé la même année, on a recépé les jeunes plants en 1738 pour leur donner plus de vigueur. Vingt ans après, c'est-à-dire en 1758, ils formaient un bois dont les arbres avaient communément huit à neuf pouces de tour au pied du tronc; on a coupé ce bois la même année, c'est-à-dire vingt-quatre ans après l'avoir semé. Le produit n'a pas été tout à fait moitié du produit d'un bois ancien de pareil âge dans le même terrain; mais aujourd'hui, en 1774, ce même bois, qui n'a que seize ans, est aussi garni, et produira tout autant que les bois anciennement plantés; et malgré l'inégalité de la profondeur du terrain, qui varie depuis un pied et demi jusqu'à quatre pieds et demi, on ne s'aperçoit d'aucune différence dans la grosseur des baliveaux réservés dans le taillis.

duisant naturellement une grande quantité d'hièbles dans les endroits cultivés, et de genièvres dans les endroits en friche. Ce terrain est environné de tous côtés de bois d'une belle venue. J'ai fait semer avec soin tous les glands un à un, et à un pied de distance les uns des autres, de sorte qu'il en est entré environ douze mesures ou boisseaux de Paris dans chaque arpent. Je crois qu'il est nécessaire de rapporter ces faits pour qu'on puisse juger plus sainement de ceux qui doivent suivre.

L'année d'après, j'ai observé avec grande attention l'état de ma plantation, et j'ai reconnu que, dans le canton dont j'espérais le plus, et que j'avais fait labourer trois fois, et semer avant l'hiver, la plus grande partie des glands n'avaient pas levé ; les pluies de l'hiver avaient tellement battu et corroyé la terre, qu'ils n'avaient pu percer : le petit nombre de ceux qui avaient pu trouver issue n'avait paru que fort tard, environ à la fin de juin; ils étaient faibles, effilés, la feuille était jaunâtre, languissante, et ils étaient si loin les uns des autres, le canton était si peu garni, que j'ens quelque regret aux soins qu'ils avaient coûté. Le canton qui n'avait eu que deux labours, et qui avait aussi été semé avant l'hiver, ressemblait assez au premier ; cependant il y avait un plus grand nombre de jeunes chênes, parce que la terre était moins divisée par le labour, la pluie n'avait pu la battre autant que celle du premier canton. Le troisième, qui n'avait eu qu'un seul labour, était, par la même raison, un peu mieux peuplé que le second ; mais cependant il l'était si mal, que plus des trois quarts de mes glands avaient encore manqué.

Cette épreuve me fit connaître que, dans les terrains forts et mêlés de glaise, il ne faut pas labourer et semer avant l'hiver : j'en fus entièrement convaincu en jetant les yeux sur les autres cantons. Ceux que j'avais fait labourer et semer au printemps étaient bien mieux garnis : mais ce qui me surprit, c'est que les endroits où j'avais fait planter le gland à la pioche, sans aucune culture précédente, étaient considérablement plus peuplés que les autres; ceux même où l'on n'avait fait que cacher les glands sous l'herbe étaient assez bien fournis, quoique les mulots, les pigeons ramiers, et d'autres animaux en eussent emporté une grande quantité. Les cantons où les glands avaient été semés à six pouces de profondeur se trouvèrent beaucoup moins garnis que ceux où on les avait fait semer à un pouce ou deux de profondeur. Dans un petit canton où j'en avais fait semer à un pied de profondeur, il n'en parut pas un, quoique, dans un autre endroit où j'en avais fait mettre à neuf pouces, il en eût levé plusieurs. Ceux qui avaient été trempés pendant huit jours dans la lie de vin et dans l'égout du fumier sortirent de terre plutôt que les autres. Presque tous les arbres, gros et petits, que j'avais fait tirer de mes taillis, ont péri à la première ou à la seconde année, tandis que ceux que j'avais tirés de mes pépinières ont presque tous réussi. Mais ce qui me donna le plus de satisfaction, ce fut le canton où j'avais fait planter au printemps les glands que j'avais fait auparavant germer dans la terre; il n'en avait presque point manqué : à la vérité ils ont levé plus tard que les autres, ce que j'attribue à ce qu'en les transportant ainsi tout germés, on cassa la radicule de plusieurs de ces glands.

Les années suivantes n'ont apporté aucun changement à ce qui s'est annoncé dès la première année. Les jeunes chênes du canton labouré trois fois sont demeurés toujours un peu au-dessous des autres : ainsi je crois pouvoir assurer que, pour semer une terre forte et glaiseuse, il faut conserver le gland pendant l'hiver dans la terre, en faisant un lit de deux pouces de glands sur un lit de terre d'un demi-pied, puis un lit de terre et un lit de glands, toujours alternativement, et enfin en couvrant le magasin d'un pied de terre pour que la gelée ne puisse y pénétrer. On en tirera le gland au commencement de mars, et on le plantera à un pied de distance. Ces glands, qui ont germé, sont déjà autant de jeunes chênes, et le succès d'une plantation faite de cette façon n'est pas douteux ; la dépense même n'est pas considérable, car il ne faut qu'un seul labour. Si l'on pouvait se garantir des mulots et des oiseaux, on réussirait tout de même et sans aucune dépense, en mettant en automne le gland sous l'herbe; car il perce et s'enfonce de lui-même, et réussit à merveille sans aucune culture dans les friches dont le gazon est fin, serré et bien garni; ce qui indique presque toujours un terrain ferme et glaiseux.

Comme je pense que la meilleure façon de semer du bois dans un terrain fort et mêlé de glaise est de faire germer les glands dans la terre, il est bon de rassurer sur le petit incon-

vénient dont j'ai parlé. On transporte le gland germé dans des mannequins, des corbeilles, des paniers, et on ne peut éviter de rompre la radicule de plusieurs de ces glands : mais cela ne leur fait d'autre mal que de retarder leur sortie de terre de quinze jours ou trois semaines ; ce qui même n'est pas un mal, parce qu'on évite par là celui que la gelée des matinées de mai fait aux graines qui ont levé de bonne heure, et qui est bien plus considérable. J'ai pris des glands germés auxquels j'ai coupé le tiers, la moitié, les trois quarts, et même toute la radicule ; je les ai semés dans un jardin où je pouvais les observer à toute heure : ils ont tous levé, mais les plus mutilés ont levé les derniers. J'ai semé d'autres glands germés auxquels, outre la radicule, j'avais encore ôté l'un des lobes ; ils ont encore levé : mais si on retranche les deux lobes ou si l'on coupe la plume, qui est la partie essentielle de l'embryon végétal, ils périssent également.

Dans l'autre moitié de mon terrain, dont je n'ai pas encore parlé, il y a un canton dont la terre est bien moins forte que celle que j'ai décrite, et où elle est même mêlée de quelques pierres à un pied de profondeur ; c'était un champ qui rapportait beaucoup de grain, et qui avait été bien cultivé. Je le fis labourer avant l'hiver ; et aux mois de novembre, décembre et février, j'y plantai une collection nombreuse de toutes les espèces d'arbres des forêts, que je fis arracher dans mes bois taillis de toute grandeur, depuis trois pieds jusqu'à dix et douze de hauteur. Une grande partie de ces arbres n'a pas repris ; et de ceux qui ont poussé à la première sève, un grand nombre a péri pendant les chaleurs du mois d'août ; plusieurs ont péri à la seconde, et encore d'autres la troisième et la quatrième année : de sorte que de tous ces arbres, quoique plantés et arrachés avec soin, et même avec des précautions peu communes, il ne m'est resté que des cerisiers, des alisiers, des cormiers, des frênes et des ormes ; encore les alisiers et les frênes sont-ils languissants, ils n'ont pas augmenté d'un pied de hauteur en cinq ans ; les cormiers sont plus vigoureux, mais les merisiers et les ormes sont ceux qui de tous ont le mieux réussi. Cette terre se couvrit pendant l'été d'une prodigieuse quantité de mauvaises herbes, dont les racines détruisirent plusieurs de mes arbres. Je fis semer aussi dans ce canton des glands germés ; les mauvaises herbes en étouffèrent une grande partie. Ainsi je crois que, dans les bons terrains qui sont d'une nature moyenne entre les terres fortes et les terres légères, il convient de semer de l'avoine avec les glands, pour prévenir la naissance des mauvaises herbes, dont la plupart sont vivaces, et qui font beaucoup plus de tort aux jeunes chênes que l'avoine qui cesse de pousser des racines au mois de juillet. Cette observation est sûre ; car dans le même terrain les glands que j'avais fait semer avec l'avoine avaient mieux réussi que les autres. Dans le reste de mon terrain, j'ai fait planter de jeunes chênes, de l'ormille et d'autres jeunes plants, tirés de mes pépinières, qui ont bien réussi : ainsi je crois pouvoir conclure, avec connaissance de cause, que c'est perdre de l'argent et du temps, que de faire arracher de jeunes arbres dans les bois, pour les transplanter dans des endroits où on est obligé de les abandonner et de les laisser sans culture, et que quand on veut faire des plantations considérables d'autres arbres que de chêne ou de hêtre, dont les graines sont fortes, et surmontent presque tous les obstacles, il faut des pépinières où l'on puisse élever et soigner les jeunes arbres pendant les deux premieres années ; après quoi on les pourra planter avec succès pour faire du bois.

M'étant donc un peu instruit à mes dépens en faisant cette plantation, j'entrepris, l'année suivante, d'en faire une autre presque aussi considérable, dans un terrain tout différent ; la terre y est sèche, légère, mêlée de gravier, et le sol n'a pas huit pouces de profondeur, au-dessous duquel on trouve la pierre. J'y fis aussi un grand nombre d'épreuves, dont je ne rapporterai pas le détail ; je me contenterai d'avertir qu'il faut labourer ces terrains, et les semer avant l'hiver. Si l'on ne sème qu'au printemps, la chaleur du soleil fait périr les graines : si on se contente de les jeter ou de les placer sur la terre, comme dans les terrains forts, elles se dessèchent et périssent, parce que l'herbe qui fait le gazon de ces terres légères n'est pas assez garnie et assez épaisse pour les garantir de la gelée pendant l'hiver et de l'ardeur du soleil au printemps. Les jeunes arbres arrachés dans les bois réussissent encore moins dans ces terrains que dans les terres fortes ; et si on veut les planter, il faut le faire avant l'hiver avec de jeunes plants pris en pépiniere.

Je ne dois pas oublier de rapporter une ex-

périence qui a un rapport immédiat avec notre sujet. J'avais envie de connaître les espèces de terrains qui sont absolument contraires à la végétation, et pour cela j'ai fait remplir une demi-douzaine de grandes caisses à mettre des orangers, de matières toutes différentes : la première, de glaise bleue ; la seconde, de graviers gros comme des noisettes ; la troisième, de glaise de couleur d'orange ; la quatrième, d'argile blanche ; la cinquième, de sable blanc, et la sixième, de fumier de vache bien pourri. J'ai semé dans chacune de ces caisses un nombre égal de glands, de châtaignes, et de graines de frênes, et j'ai laissé les caisses à l'air sans les soigner et sans les arroser : la graine de frêne n'a levé dans aucune de ces terres ; les châtaignes ont levé et ont vécu, mais sans faire de progrès dans la caisse de glaise bleue. A l'égard des glands, il en a levé une grande quantité dans toutes les caisses, à l'exception de celle qui contenait la glaise orangée qui n'a rien produit du tout. J'ai observé que les jeunes chênes qui avaient levé dans la glaise bleue et dans l'argile, quoique un peu effilés au sommet, étaient forts et vigoureux en comparaison des autres ; ceux qui étaient dans le fumier pourri, dans le sable et dans le gravier, étaient faibles, avaient la feuille jaune et paraissaient languissants. En automne, j'en fis enlever deux dans chaque caisse : l'état des racines répondait à celui de la tige ; car dans les glaises la racine était forte, et n'était proprement qu'un pivot gros et ferme, long de trois à quatre pouces, qui n'avait qu'une ou deux ramifications. Dans le gravier, au contraire, et dans le sable, la racine s'était fort allongée, et s'était prodigieusement divisée ; elle ressemblait, si je puis m'exprimer ainsi, à une longue coupe de cheveux. Dans le fumier, la racine n'avait guère qu'un pouce ou deux de longueur, et s'était divisée, dès sa naissance, en deux ou trois cornes courtes et faibles. Il est aisé de donner les raisons de ces différences ; mais je ne veux ici tirer de cette expérience qu'une vérité utile, c'est que le gland peut venir dans tous les terrains. Je ne dissimulerai pas cependant que j'ai vu dans plusieurs provinces de France des terrains d'une vaste étendue couverts d'une petite espèce de bruyère, où je n'ai pas vu un chêne, ni aucune autre espèce d'arbres. La terre de ces cantons est légère comme de la cendre noire, poudreuse, sans aucune liaison. J'ai fait ultérieurement des expériences sur ces espèces de terres, que je rapporterai dans la suite de ce Mémoire, et qui m'ont convaincu que, si les chênes n'y peuvent croître, les pins, les sapins, et peut-être quelques autres arbres utiles, peuvent y venir. J'ai élevé de graine, et je cultive actuellement une grande quantité de ces arbres : j'ai remarqué qu'ils demandent un terrain semblable à celui que je viens de décrire. Je suis donc persuadé qu'il n'y a point de terrain, quelque mauvais, quelque ingrat qu'il paraisse, dont on ne dût tirer parti, même pour planter des bois ; il ne s'agirait que de connaître les espèces d'arbres qui conviendraient aux différents terrains.

ARTICLE IV.

SUR LA CULTURE ET L'EXPLOITATION DES FORÊTS.

Dans les arts qui sont de nécessité première, tels que l'agriculture, les hommes, même les plus grossiers, arrivent, à force d'expériences, à des pratiques utiles : la manière de cultiver le blé, la vigne, les légumes et les autres productions de la terre que l'on recueille tous les ans, est mieux et plus généralement connue que la façon d'entretenir et cultiver une forêt ; et quand même la culture des champs serait défectueuse à plusieurs égards, il est pourtant certain que les usages établis sont fondés sur des expériences continuellement répétées, dont les résultats sont des espèces d'approximations du vrai. Le cultivateur, éclairé par un intérêt toujours nouveau, apprend à ne pas se tromper, ou du moins à se tromper peu sur les moyens de rendre son terrain plus fertile.

Ce même intérêt se trouvant partout, il serait naturel de penser que les hommes ont donné quelque attention à la culture des bois : cependant rien n'est moins connu, rien n'est plus négligé ; le bois paraît être un présent de la nature, qu'il suffit de recevoir tel qu'il sort de ses mains. La nécessité de le faire valoir ne s'est pas fait sentir, et la manière d'en jouir n'étant pas fondée sur des expériences assez répétées, on ignore jusqu'aux moyens les plus simples de conserver les forêts, et d'augmenter leur produit.

Je n'ai garde de vouloir insinuer par là que les recherches et les observations que j'ai faites sur cette matière soient des découvertes admirables ; je dois avertir au contraire que ce sont

des choses communes, mais que leur utilité peut rendre importantes. J'ai déjà donné, dans l'article précédent, mes vues sur ce sujet; je vais, dans celui-ci, étendre ces vues, en présentant de nouveaux faits.

Le produit d'un terrain peut se mesurer par la culture : plus la terre est travaillée, plus elle rapporte de fruits; mais cette vérité, d'ailleurs si utile, souffre quelques exceptions, et, dans les bois, une culture prématurée et mal entendue cause la disette au lieu de produire l'abondance : par exemple, on imagine, et je l'ai cru longtemps, que la meilleure manière de mettre un terrain en nature de bois est de nettoyer ce terrain, et de le bien cultiver avant que de semer le gland ou les autres graines qui doivent un jour le couvrir de bois, et je n'ai été désabusé de ce préjugé, qui paraît si raisonnable, que par une longue suite d'observations. J'ai fait des semis considérables et des plantations assez vastes; je les ai faites avec précaution; j'ai souvent fait arracher les genièvres, les bruyères, et jusqu'aux moindres plantes que je regardais comme nuisibles, pour cultiver à fond et par plusieurs labours les terrains que je voulais ensemencer. Je ne doutais pas du succès d'un semis fait avec tous ces soins; mais, au bout de quelques années, j'ai reconnu que ces mêmes soins n'avaient servi qu'à retarder l'accroissement de mes jeunes plants, et que cette culture précédente, qui m'avait donné tant d'espérance, m'avait causé des pertes considérables : ordinairement on dépense pour acquérir, ici la dépense nuit à l'acquisition.

Si l'on veut donc réussir à faire croître du bois dans un terrain de quelque qualité qu'il soit, il faut imiter la nature; il faut y planter et y semer des épines et des buissons qui puissent rompre la force du vent, diminuer celle de la gelée et s'opposer à l'intempérie des saisons; ces buissons sont des abris qui garantissent les jeunes plants, et les protégent contre l'ardeur du soleil et la rigueur des frimas. Un terrain couvert, ou plutôt à demi couvert de genièvres, de bruyères, est un bois à moitié fait, et qui a peut-être dix ans d'avance sur un terrain net et cultivé. Voici les observations qui m'en ont assuré.

J'ai deux pièces de terre d'environ quarante arpents chacune, semées en bois depuis neuf ans : ces deux pièces sont environnées de tous côtés de bois taillis. L'une des deux était un champ cultivé. On a semé également et en même temps plusieurs cantons dans cette pièce, les uns dans le milieu de la pièce, les autres le long des bois taillis; tous les cantons du milieu sont dépeuplés, tous ceux qui avoisinent le bois sont bien garnis. Cette différence n'était pas sensible à la première année, pas même à la seconde; mais je me suis aperçu, à la troisième année, d'une petite diminution dans le nombre des jeunes plants du canton du milieu; et les ayant observés exactement, j'ai vu qu'à chaque été et à chaque hiver des années suivantes, il en a péri considérablement, et les fortes gelées de 1740 ont achevé de désoler ces cantons, tandis que tout est florissant dans les parties qui s'étendent le long des bois taillis; les jeunes arbres y sont verts, vigoureux, plantés tous les uns contre les autres, et ils se sont élevés sans aucune culture à quatre ou cinq pieds de hauteur. Il est évident qu'ils doivent leur accroissement au bois voisin qui leur a servi d'abri contre les injures des saisons. Cette pièce de quarante arpents est actuellement environnée d'une lisière de cinq à six perches de largeur d'un bois naissant qui donne les plus belles espérances; à mesure qu'on s'éloigne pour gagner le milieu, le terrain est moins garni, et, quand on arrive à douze ou quinze perches de distance des bois taillis, à peine s'aperçoit-on qu'il ait été planté. L'exposition trop découverte est la seule cause de cette différence; car le terrain est absolument le même au milieu de la pièce et le long du bois; ces terrains avaient en même temps reçu les mêmes cultures; ils avaient été semés de la même façon et avec les mêmes graines. J'ai eu occasion de répéter cette observation dans des semis encore plus vastes, où j'ai reconnu que le milieu des pièces est toujours dégarni, et que, quelque attention qu'on ait à resemer cette partie du terrain tous les ans, elle ne peut se couvrir de bois, et reste en pure perte au propriétaire.

Pour remédier à cet inconvénient, j'ai fait faire deux fossés qui se coupent à angles droits dans le milieu de ces pièces, et j'ai fait planter des épines, du peuplier et d'autres bois blancs tout le long de ces fossés : cet abri, quoique léger, a suffi pour garantir les jeunes plants voisins du fossé; et par cette petite dépense j'ai prévenu la perte totale de la plus grande partie de ma plantation.

L'autre pièce de quarante arpents, dont j'ai

parlé, était, avant la plantation, composée de vingt arpents d'un terrain net et bien cultivé, et de vingt autres arpents en friche et recouverts d'un grand nombre de genièvres et d'épines : j'ai fait semer en même temps la plus grande partie de ces deux terrains ; mais comme on ne pouvait pas cultiver celui qui était couvert de genièvres, je me suis contenté d'y faire jeter des glands à la main sous les genièvres, et j'ai fait mettre, dans les places découvertes, le gland sous le gazon au moyen d'un seul coup de pioche ; on y avait même épargné la graine dans l'incertitude du succès, et je l'avais fait prodiguer dans le terrain cultivé. L'événement a été tout différent de ce que j'avais pensé ; le terrain découvert et cultivé se couvrit à la première année d'une grande quantité de jeunes chênes, mais peu à peu cette quantité a diminué, et elle serait aujourd'hui presque réduite à rien, sans les soins que je me suis donnés pour en conserver le reste. Le terrain, au contraire, qui était couvert d'épines et de genièvres, est devenu en neuf ans un petit bois, où les jeunes chênes se sont élevés à cinq à six pieds de hauteur. Cette observation prouve, encore mieux que la première, combien l'abri est nécessaire à la conservation et à l'accroissement des jeunes plants ; car je n'ai conservé ceux qui étaient dans le terrain trop découvert qu'en plantant au printemps des boutures de peupliers et des épines, qui, après avoir pris racine, ont fait un peu de couvert, et ont défendu les jeunes chênes trop faibles pour résister par eux-mêmes à la rigueur des saisons.

Pour convertir en bois un champ, ou tout autre terrain cultivé, le plus difficile est donc de faire du couvert. Si l'on abandonne un champ, il faut vingt ou trente ans à la nature pour y faire croître des épines et des bruyères ; ici il faut une culture qui, dans un an ou deux, puisse mettre le terrain au même état où il se trouve après une non-culture de vingt ans.

J'ai fait à ce sujet différentes tentatives ; j'ai fait semer de l'épine, du genièvre et plusieurs autres graines avec le gland : mais il faut trop de temps à ces graines pour lever et s'élever ; la plupart demeurent en terre pendant deux ans, et j'ai aussi inutilement essayé des graines qui me paraissent plus hâtives ; il n'y a que la graine de marseau qui réussisse et qui croisse assez promptement sans culture : mais je n'ai rien trouvé de mieux, pour faire du couvert, que de plantes des boutures de peuplier, ou quelques pieds de tremble en même temps qu'on sème le gland dans un terrain humide, et, dans des terrains secs, des épines, du sureau et quelques pieds de sumach de Virginie ; ce dernier arbre surtout, qui est à peine connu des gens qui ne sont pas botanistes, se multiplie de rejetons avec une telle facilité, qu'il suffira d'en mettre un pied dans un jardin pour que tous les ans on puisse en porter un grand nombre dans ses plantations, et les racines de cet arbre s'étendent si loin, qu'il n'en faut qu'une douzaine de pieds par arpent pour avoir du couvert au bout de trois ou quatre ans : on observera seulement de les faire couper jusqu'à terre à la seconde année, afin de faire pousser un plus grand nombre de rejetons. Après le sumach, le tremble est le meilleur ; car il pousse des rejetons à quarante ou cinquante pas, et j'ai garni plusieurs endroits de mes plantations, en faisant seulement abattre quelques trembles qui s'y trouvaient par hasard. Il est vrai que cet arbre ne se transplante pas aisément, ce qui doit faire préférer le sumach ; de tous les arbres que je connais, c'est le seul qui, sans aucune culture, croisse et se multiplie au point de garnir un terrain en aussi peu de temps ; ses racines courent presque à la surface de la terre, ainsi elles ne font aucun tort à celles des jeunes chênes qui pivotent et s'enfoncent dans la profondeur du sol. On ne doit pas craindre que ce sumach ou les autres mauvaises espèces de bois, comme le tremble, le peuplier et le marseau, puissent nuire aux bonnes espèces, comme le chêne et le hêtre : ceux-ci ne sont faibles que dans leur jeunesse ; et après avoir passé les premières années à l'ombre et à l'abri des autres arbres, bientôt ils s'élèveront au-dessus, et, devenant plus forts, ils étoufferont tout ce qui les environnera.

Je l'ai dit, et je le répète : on ne peut trop cultiver la terre, lorsqu'elle nous rend tous les ans le fruit de nos travaux ; mais lorsqu'il faut attendre vingt-cinq ou trente ans pour jouir, lorsqu'il faut faire une dépense considérable pour arriver à cette jouissance, on a raison d'examiner, on a peut-être raison de se dégoûter. Le fonds ne vaut que par le revenu, et quelle différence d'un revenu annuel à un revenu éloigné, même incertain !

J'ai voulu m'assurer, par des expériences constantes, des avantages de la culture par rap-

port au bois, et, pour arriver à des connaissances précises, j'ai fait semer dans un jardin quelques glands de ceux que je semais en même temps et en quantité dans mes bois; j'ai abandonné ceux-ci aux soins de la nature, et j'ai cultivé ceux-là avec toutes les recherches de l'art. En cinq années les chênes de mon jardin avaient acquis une tige de dix pieds, et de deux à trois pouces de diamètre, et une tête assez formée pour pouvoir se mettre aisément à l'ombre dessous; quelques-uns de ces arbres ont même donné, dès la cinquième année, du fruit qui, étant semé au pied de ses pères, a produit d'autres arbres redevables de leur naissance à la force d'une culture assidue et étudiée. Les chênes de mes bois, semés en même temps, n'avaient, après cinq ans, que deux ou trois pieds de hauteur (je parle des plus vigoureux, car le plus grand nombre n'avait pas un pied) : leur tige était à peu près grosse comme le doigt; leur forme était celle d'un petit buisson; leur mauvaise figure, loin d'annoncer de la postérité, laissait douter s'ils auraient assez de force pour se conserver eux-mêmes. Encouragé par ces succès de culture, et ne pouvant souffrir les avortons de mes bois, lorsque je les comparais aux arbres de mon jardin, je cherchai à me tromper moi-même sur la dépense, et j'entrepris de faire dans mes bois un canton assez considérable, où j'élèverais les arbres avec les mêmes soins que dans mon jardin : il ne s'agissait pas moins que de faire fouiller la terre à deux pieds et demi de profondeur, de la cultiver d'abord comme on cultive un jardin, et pour amélioration de faire conduire dans ce terrain, qui me paraissait un peu trop ferme et trop froid, plus de deux cents voitures de mauvais bois de recoupe et de copeaux que je fis brûler sur la place, et dont on mêla les cendres avec la terre. Cette dépense allait déjà beaucoup au delà du quadruple de la valeur du fonds; mais je me satisfaisais, et je voulais avoir du bois en cinq ans. Mes espérances étaient fondées sur ma propre expérience, sur la nature d'un terrain choisi entre cent autres terrains, et plus encore sur la résolution de ne rien épargner pour réussir; car c'était une expérience : cependant elles ont été trompées; j'ai été contraint, dès la première année, de renoncer à mes idées, et à la troisième j'ai abandonné ce terrain avec un dégoût égal à l'empressement que j'avais eu pour le cultiver. On n'en sera pas surpris lorsque je dirai qu'à la première année, outre les ennemis que j'eus à combattre, comme les mulots, les oiseaux, etc., la quantité des mauvaises herbes fut si grande, qu'on était obligé de sarcler continuellement, et qu'en le faisant à la main et avec la plus grande précaution, on ne pouvait cependant s'empêcher de déranger les racines des petits arbres naissants, ce qui leur causait un préjudice sensible. Je me souvins alors, mais trop tard, de la remarque des jardiniers qui, la première année, n'attendent rien d'un jardin neuf, et qui ont bien de la peine, dans les trois premières années, à purger le terrain des mauvaises herbes dont il est rempli. Mais ce ne fut pas là le plus grand inconvénient : l'eau me manqua pendant l'été; et ne pouvant arroser mes jeunes plants, ils en souffrirent d'autant plus qu'ils y avaient été accoutumés au printemps : d'ailleurs, le grand soin avec lequel on ôtait les mauvaises herbes, par de petits labours réitérés, avait rendu le terrain net, et sur la fin de l'été la terre était devenue brûlante et d'une sécheresse affreuse; ce qui ne serait point arrivé si on ne l'avait pas cultivée aussi souvent, et si on eût laissé les mauvaises herbes qui avaient crû depuis le mois de juillet. Mais le tort irréparable fut celui que causa la gelée du printemps suivant : mon terrain, quoique bien situé, n'était pas assez éloigné des bois pour que la transpiration des feuilles naissantes des arbres ne se répandit pas sur mes jeunes plants; cette humidité, accompagnée d'un vent du nord, les fit geler au 16 de mai, et dès ce jour je perdis presque toutes mes espérances. Cependant je ne voulus point encore abandonner entièrement mon projet; je tâchai de remédier au mal causé par la gelée, en faisant couper toutes les parties mortes ou malades. Cette opération fit un grand bien; mes jeunes arbres reprirent de la vigueur, et, comme je n'avais qu'une certaine quantité d'eau à leur donner, je la réservai pour le besoin pressant; je diminuai aussi le nombre des labours, crainte de trop dessécher la terre, et je fus assez content du succès de ces petites attentions : la sève d'août fut abondante, et mes jeunes plants poussèrent plus vigoureusement qu'au printemps. Mais le but principal était manqué; le grand et prompt accroissement que je désirais se réduisit au quart de ce que j'avais espéré et de ce que j'avais vu dans mon jardin : cela ralentit beaucoup mon ardeur, et je me contentai,

après avoir fait un peu élaguer mes jeunes plants, de leur donner deux labours l'année suivante, et encore y eut-il un espace d'environ un quart d'arpent qui fut oublié et qui ne reçut aucune culture. Cet oubli me valut une connaissance; car j'observai avec quelque surprise que les jeunes plants de ce canton étaient aussi vigoureux que ceux du canton cultivé; et cette remarque changea mes idées au sujet de la culture, et me fit abandonner ce terrain qui m'avait tant coûté. Avant que de le quitter, je dois avertir que ces cultures ont cependant fait avancer considérablement l'accroissement des jeunes arbres, et que je ne me suis trompé sur cela que du plus au moins. Mais la grande erreur de tout ceci est la dépense : le produit n'est point du tout proportionné, et plus on répand d'argent dans un terrain qu'on veut convertir en bois, plus on se trompe; c'est un intérêt qui décroît à mesure qu'on fait de plus grands fonds.

Il faut donc tourner ses vues d'un autre côté; la dépense devenant trop forte, il faut renoncer à ces cultures extraordinaires, et même à ces cultures qu'on donne ordinairement aux jeunes plants deux fois l'année en serfouillant légèrement la terre à leur pied : en outre des inconvénients réels de cette dernière espèce de culture, celui de la dépense est suffisant pour qu'on s'en dégoûte aisément, surtout si l'on peut y substituer quelque chose de meilleur et qui coûte beaucoup moins.

Le moyen de suppléer aux labours et presque à toutes les autres espèces de cultures, c'est de couper les jeunes plants jusqu'auprès de terre : ce moyen, tout simple qu'il paraît, est d'une utilité infinie, et, lorsqu'il est mis en œuvre à propos, il accélère de plusieurs années le succès d'une plantation. Qu'on me permette, à ce sujet, un peu de détail, qui peut-être ne déplaira pas aux amateurs de l'agriculture.

Tous les terrains peuvent se réduire à deux espèces, savoir, les terrains forts et les terrains légers : cette division, quelque générale qu'elle soit, suffit à mon dessein. Si l'on veut semer dans un terrain léger, on peut le faire labourer; cette opération fait d'autant plus d'effet et cause d'autant moins de dépense que le terrain est plus léger : il ne faut qu'un seul labour, et on sème le gland en suivant la charrue. Comme ces terrains sont ordinairement secs et brûlants, il ne faut point arracher les mauvaises herbes que produit l'été suivant; elles entretiennent une fraîcheur bienfaisante et garantissent les petits chênes de l'ardeur du soleil; ensuite, venant à périr et à sécher pendant l'automne, elles servent de chaume et d'abri pendant l'hiver, et empêchent les racines de geler : il ne faut donc aucune espèce de culture dans ces terrains sablonneux. J'ai semé en bois un grand nombre d'arpents de cette nature de terrein, et j'ai réussi au delà de mes espérances : les racines des jeunes arbres, trouvant une terre légère et aisée à diviser, s'étendent et profitent de tous les sucs qui leur sont offerts; les pluies et les rosées pénètrent facilement jusqu'aux racines. Il ne faut qu'un peu de couvert et d'abri pour faire réussir un semis dans des terrains de cette espèce : mais il est bien plus difficile de faire croître du bois dans des terrains forts, et il faut une pratique toute différente. Dans ces terrains les premiers labours sont inutiles et souvent nuisibles; la meilleure manière est de planter les glands à la pioche sans aucune culture précédente : mais il ne faut pas les abandonner comme les premiers, au point de les perdre de vue et de n'y plus penser; il faut au contraire les visiter souvent; il faut observer la hauteur à laquelle ils se seront élevés la première année, observer ensuite s'ils ont poussé plus vigoureusement à la seconde année qu'à la première, et à la troisième qu'à la seconde. Tant que l'accroissement va en augmentant, ou même tant qu'il se soutient sur le même pied, il ne faut pas y toucher : mais on s'apercevra ordinairement, à la troisième année, que l'accroissement va en diminuant, et si on attend la quatrième, la cinquième, la sixième, etc., on reconnaîtra que l'accroissement de chaque année est toujours plus petit. Ainsi, dès qu'on s'apercevra que, sans qu'il y ait eu de gelées ou d'autres accidents, les jeunes arbres commencent à croître de moins en moins, il faut les faire couper jusqu'à terre au mois de mars, et l'on gagnera un grand nombre d'années. Le jeune arbre, livré à lui-même dans un terrain fort et serré, ne peut étendre ses racines; la terre trop dure les fait refouler sur elles-mêmes; les petits filets tendres et herbacés qui doivent nourrir l'arbre et former la nouvelle production de l'année ne peuvent pénétrer la substance trop ferme de la terre. Ainsi l'arbre languit privé de nourriture, et la production annuelle diminue souvent jusqu'au point de ne donner que des feuil-

les et quelques boutons. Si vous coupez cet arbre, toute la force de la sève se porte aux racines, en développe tous les germes, et, agissant avec plus de puissance contre le terrain qui leur résiste, les jeunes racines s'ouvrent des chemins nouveaux, et divisent, par le surcroît de leur force, cette terre qu'elles avaient jusqu'alors vainement attaquée; elles y trouvent abondamment des sucs nourriciers; et, dès qu'elles sont établies dans ce nouveau pays, elles poussent avec vigueur au dehors la surabondance de leur nourriture, et produisent, dès la première année, un jet plus vigoureux et plus élevé que ne l'était l'ancienne tige de trois ans. J'ai si souvent réitéré cette expérience, que je dois la donner comme un fait sûr, et comme la pratique la plus utile que je connaisse dans la culture des bois.

Dans un terrain qui n'est que ferme sans être trop dur, il suffira de recéper une seule fois les jeunes plants pour les faire réussir. J'ai des cantons assez considérables d'une terre ferme et pétrissable, où les jeunes plants n'ont été coupés qu'une fois, où ils croissent à merveille, et où j'aurai du bois taillis prêt à couper dans quelques années. Mais j'ai remarqué, dans un autre endroit où la terre est extrêmement forte et dure, qu'ayant fait couper à la seconde année mes jeunes plants, parce qu'ils étaient languissants, cela n'a pas empêché qu'au bout de quatre autres années on n'ait été obligé de les couper une seconde fois, et je vais rapporter une autre expérience qui fera voir la nécessité de couper deux fois dans de certains cas.

J'ai fait planter depuis dix ans un nombre très-considérable d'arbres de plusieurs espèces, comme des ormes, des frênes, des charmes, etc. La première année, tous ceux qui reprirent poussèrent assez vigoureusement; la seconde année ils ont poussé plus faiblement; la troisième année, plus languissamment; ceux qui me parurent les plus malades étaient ceux qui étaient les plus gros et les plus âgés lorsque je les fis transplanter. Je voyais que la racine n'avait pas la force de nourrir ces grandes tiges. Cela me détermina à les faire couper; je fis faire la même opération aux plus petits les années suivantes, parce que leur langueur devint telle que, sans un prompt secours, elle ne laissait plus rien à espérer. Cette première coupe renouvela mes arbres et leur donna beaucoup de vigueur, surtout pendant les deux premières années; mais à la troisième je m'aperçus d'un peu de diminution dans l'accroissement: je l'attribuai d'abord à la température des saisons de cette année, qui n'avait pas été aussi favorable que celle des années précédentes; mais je reconnus clairement pendant l'année suivante, qui fut heureuse pour les plantes, que le mal n'avait pas été causé par la seule intempérie des saisons; l'accroissement de mes arbres continuait à diminuer, et aurait toujours diminué, comme je m'en suis assuré en laissant sur pied quelques-uns d'entre eux, si je ne les avais pas fait couper une seconde fois. Quatre ans se sont écoulés depuis cette seconde coupe, sans qu'il y ait eu de diminution dans l'accroissement, et ces arbres, qui sont plantés dans un terrain qui est en friche depuis plus de vingt ans, et qui n'ont jamais été cultivés au pied, ont autant de force, et la feuille aussi verte que des arbres de pépinière: preuve évidente que la coupe faite à propos peut suppléer à toute autre culture.

Les auteurs d'agriculture sont bien éloignés de penser comme nous sur ce sujet; ils répètent tous les uns après les autres que, pour avoir une futaie, pour avoir des arbres d'une belle venue, il faut bien se garder de couper le sommet des jeunes plants, et qu'il faut conserver avec grand soin le *montant*, c'est-à-dire le jet principal. Ce conseil n'est bon que dans de certains cas particuliers; mais il est généralement vrai, et je puis l'assurer, après un très-grand nombre d'expériences, que rien n'est plus efficace pour redresser les arbres, et pour leur donner une tige droite et nette, que la coupe faite au pied. J'ai même observé souvent que les futaies venues de graines ou de jeunes plants n'étaient pas si belles ni si droites que les futaies venues sur les jeunes souches. Ainsi on ne doit pas hésiter à mettre en pratique cette espèce de culture si facile et si peu coûteuse.

Il n'est pas nécessaire d'avertir qu'elle est encore plus indispensable lorsque les jeunes plants ont été gelés: il n'y a pas d'autre moyen pour les rétablir que de les recéper. On aurait dû, par exemple, recéper tous les taillis de deux ou trois ans qui ont été gelés au mois d'octobre 1740. Jamais gelée d'automne n'a fait autant de mal. La seule façon d'y remédier c'est de couper: on sacrifie trois ans pour n'en pas perdre dix ou douze.

A ces observations générales sur la culture du bois, qu'il me soit permis de joindre quel-

ques remarques utiles, et qui doivent même précéder toute culture.

Le chêne et le hêtre sont les seuls arbres, à l'exception des pins et de quelques autres de moindre valeur, qu'on puisse semer avec succès dans des terrains incultes. Le hêtre peut être semé dans les terrains légers; la graine ne peut pas sortir dans une terre forte, parce qu'elle pousse au-dehors son enveloppe au-dessus de la tige naissante; ainsi il lui faut une terre meuble et facile à diviser, sans quoi elle reste et pourrit. Le chêne peut être semé dans presque tous les terrains; toutes les autres espèces d'arbres veulent être semées en pépinière, et ensuite transplantées à l'âge de deux ou trois ans.

Il faut éviter de mettre ensemble les arbres qui ne se conviennent pas : le chêne craint le voisinage des pins, des sapins, des hêtres, et de tous les arbres qui poussent de grosses racines dans la profondeur du sol. En général, pour tirer le plus grand avantage d'un terrain, il faut planter ensemble les arbres qui tirent la substance du fond en poussant leurs racines à une grande profondeur, et d'autres arbres qui puissent tirer leur nourriture presque de la surface de la terre, comme sont les trembles, les tilleuls, les marseaux et les autres, dont les racines s'étendent et courent à quelques pouces seulement de profondeur sans pénétrer plus avant.

Lorsqu'on veut semer du bois il faut attendre une année abondante en glands, non-seulement parce qu'ils sont meilleurs et moins chers, mais encore parce qu'ils ne seront pas dévorés par les oiseaux, les mulots et les sangliers, qui, trouvant abondamment du gland dans les forêts, ne viendront pas attaquer votre semis; ce qui ne manque jamais d'arriver dans des années de disette. On n'imaginerait pas jusqu'à quel point les seuls mulots peuvent détruire un semis. J'en avais fait un, il y a deux ans, de quinze à seize arpents; j'avais semé au mois de novembre; au bout de quelques jours je m'aperçus que les mulots emportaient tous les glands. Ils habitent seuls, ou deux à deux, et quelquefois trois à quatre dans un même trou. Je fis découvrir quelques-uns de ces trous, et je fus épouvanté de voir dans chacun un demi-boisseau et souvent un boisseau de glands que ces petits animaux avaient ramassés. Je donnai ordre sur-le-champ qu'on dressât dans ce canton un grand nombre de piéges, ou, pour toute amorce, on mit une noix grillée; en moins de trois semaines de temps, on m'apporta près de treize cents mulots. Je ne rapporte ce fait que pour faire voir combien ils sont nuisibles, et par leur nombre, et par leur diligence à serrer autant de glands qu'il peut en entrer dans leurs trous.

ARTICLE V.

ADDITION AUX OBSERVATIONS PRÉCÉDENTES.

I. Dans un grand terrain très-ingrat et mal situé, où rien ne pouvait croître, où le chêne, le hêtre et les autres arbres forestiers que j'avais semés n'avaient pu réussir, où tous ceux que j'avais plantés ne pouvaient s'élever, parce qu'ils étaient tous les ans saisis par les gelées, je fis planter en 1734 des arbres toujours verts, savoir : une centaine de petits pins [1], autant d'épicéas et de sapins que j'avais élevés dans des caisses pendant trois ans. La plupart des sapins périrent dans la première année, et les épicéas dans les années suivantes; mais les pins ont résisté, et se sont emparés d'eux-mêmes d'un assez grand terrain. Dans les quatre ou cinq premières années, leur accroissement était à peine sensible. On ne les a ni cultivés ni recépés; entièrement abandonnés aux soins de la nature, ils ont commencé au bout de dix ans à se montrer en forme de petits buissons. Dix ans après, ces buissons, devenus bien plus gros, rapportaient des cônes, dont le vent dispersait les graines au loin. Dix ans après, c'est-à-dire au bout de trente ans, ces buissons avaient pris de la tige, et aujourd'hui, en 1774, c'est-à-dire au bout de quarante ans, ces pins forment d'assez grands arbres dont les graines ont peuplé le terrain à plus de cent pas de distance de chaque arbre. Comme ces petits pins venus de graine étaient en trop grand nombre, surtout dans le voisinage de chaque arbre, j'en ai fait enlever un très-grand nombre pour les transplanter plus loin, de manière qu'aujourd'hui ce terrain, qui contient près de quarante arpents, est entièrement couvert de pins et forme un petit bois toujours vert, dans un grand espace qui de tout temps avait été stérile.

Lorsqu'on aura donc des terres ingrates, où le bois refuse de croître, et des parties de terrain situées dans de petits vallons en montagne, où la gelée supprime les rejetons des chênes et des autres arbres qui quittent leurs feuilles, la

[1] Pinus sylvestris genevensis.

manière la plus sûre et la moins coûteuse de peupler ces terrains est d'y planter de jeunes pins à vingt ou vingt-cinq pas les uns des autres. Au bout de trente ans, tout l'espace sera couvert de pins, et vingt ans après on jouira du produit de la coupe de ce bois, dont la plantation n'aura presque rien coûté. Et quoique la jouissance de cette espèce de culture soit fort éloignée, la très-petite dépense qu'elle suppose, et la satisfaction de rendre vivantes des terres absolument mortes, sont des motifs plus que suffisants pour déterminer tout père de famille et tout bon citoyen à cette pratique utile pour la postérité : l'intérêt de l'état, et à plus forte raison celui de chaque particulier, est qu'il ne reste aucune terre inculte; celles-ci, qui de toutes sont les plus stériles, et paraissent se refuser à toute culture, deviendront néanmoins aussi utiles que les autres. Car un bois de pins peut rapporter autant et peut-être plus qu'un bois ordinaire, et, en l'exploitant convenablement, devenir un fonds non-seulement aussi fructueux, mais aussi durable qu'aucun autre fonds de bois.

La meilleure manière d'exploiter les taillis ordinaires est de faire coupe nette, en laissant le moins de baliveaux qu'il est possible. Il est très-certain que ces baliveaux font plus de tort à l'accroissement des taillis, plus de perte au propriétaire, qu'ils ne donnent de bénéfice; et par conséquent il y aurait de l'avantage à les tous supprimer. Mais comme l'Ordonnance prescrit d'en laisser au moins seize par arpent, les gens les plus soigneux de leurs bois, ne pouvant se dispenser de cette servitude mal entendue, ont au moins grande attention à n'en pas laisser davantage, et font abattre à chaque coupe subséquente ces baliveaux réservés. Dans un bois de pins l'exploitation doit se faire tout autrement. Comme cette espèce d'arbre ne repousse pas sur souche ni des rejetons au loin, et qu'il ne se propage et multiplie que par les graines qu'il produit tous les ans, qui tombent au pied ou sont transportées par le vent aux environs de chaque arbre, ce serait détruire ce bois que d'en faire coupe nette ; il faut y laisser cinquante ou soixante arbres par arpent, ou, pour mieux faire encore, ne couper que la moitié ou le tiers des arbres alternativement, c'est-à-dire éclaircir seulement le bois d'un tiers ou de moitié, ayant soin de laisser les arbres qui portent le plus de graines. Tous les dix ans on fera, pour ainsi dire, une demi-coupe ; ou même on pourra, tous les ans, prendre dans ce taillis le bois dont on aura besoin. Cette dernière manière, par laquelle on jouit annuellement d'une partie du produit de son fonds, est de toutes la plus avantageuse.

L'épreuve que je viens de rapporter a été faite en Bourgogne, dans ma terre de Buffon, au-dessus des collines les plus froides et les plus stériles : la graine m'était venue des montagnes voisines de Genève. On ne connaissait point cette espèce d'arbre en Bourgogne, qui y est maintenant naturalisé et assez multiplié pour en faire à l'avenir de très-grands cantons de bois dans toutes les terres où les autres arbres ne peuvent réussir. Cette espèce de pin pourra croître et se multiplier avec le même succès dans toutes nos provinces, à l'exception peut-être des plus méridionales, où l'on trouve une autre espèce de pin, dont les cônes sont plus allongés, et qu'on connaît sous le nom de *pin maritime*, ou *pin de Bordeaux*, comme l'on connaît celui dont j'ai parlé, sous le nom de *pin de Genève*. Je fis venir et semer, il y a trente-deux ans, une assez grande quantité de ces pins de Bordeaux ; ils n'ont pas à beaucoup près aussi bien réussi que ceux de Genève : cependant il y en a quelques-uns qui sont même d'une très-belle venue parmi les autres, et qui produisent des graines depuis plusieurs années ; mais on ne s'aperçoit pas que ces graines réussissent sans culture et peuplent les environs de ces arbres, comme les graines du pin de Genève.

A l'égard des sapins et des épicéas, dont j'ai voulu faire des bois par cette même méthode si facile et si peu dispendieuse, j'avouerai qu'ayant fait souvent jeter des graines de ces arbres en très-grande quantité dans ces mêmes terres où le pin a si bien réussi, je n'en ai jamais vu le produit, ni même eu la satisfaction d'en voir germer quelques-unes autour de ces arbres que j'avais fait planter, quoiqu'ils portent des cônes depuis plusieurs années. Il faut donc un autre procédé, ou du moins ajouter quelque chose à celui que je viens de donner, si l'on veut faire des bois de ces deux dernières espèces d'arbres toujours verts.

II. Dans les bois ordinaires, c'est-à-dire dans ceux qui sont plantés de chênes, de hêtres et de charmes, de frênes, et d'autres arbres dont l'accroissement est plus prompt, tels que les trembles, les bouleaux les marseaux, les coudriers, etc., il y a du bénéfice à faire couper au bout de douze à quinze ans ces dernières espèces

d'arbres, dont on peut faire des cercles ou d'autres menus ouvrages; on coupe en même temps les épines et autres mauvais bois. Cette opération ne fait qu'éclaircir le taillis, et, bien loin de lui porter préjudice, elle en accélère l'accroissement; le chêne, le hêtre et les autres bons arbres n'en croissent que plus vite : en sorte qu'il y a le double avantage de tirer d'avance une partie de son revenu par la vente de ces bois blancs, propres à faire des cercles, et de trouver ensuite un taillis tout composé de bois de bonne essence, et d'un plus gros volume. Mais ce qui peut dégoûter de cette pratique utile, c'est qu'il faudrait, pour ainsi dire, le faire par ses mains; car en vendant le *cerclage* de ces bois aux bûcherons ou aux petits ouvriers qui emploient cette denrée, on risque toujours la dégradation du taillis; il est presque impossible de les empêcher de couper furtivement des ebènes ou d'autres bons arbres, et dès lors le tort qu'ils vous font fait une grande déduction sur le bénéfice, et quelquefois l'excède.

III. Dans les mauvais terrains, qui n'ont que six pouces ou tout au plus un pied de profondeur, et dont la terre est graveleuse et maigre, on doit faire couper les taillis à seize ou dix-huit ans; dans les terrains médiocres, à vingt-trois ou vingt-quatre ans, et dans les meilleurs fonds, il faut les attendre jusqu'à trente : une expérience de quarante ans m'a démontré que ce sont à très-peu près les termes du plus grand profit. Dans mes terres, et dans toutes celles qui les environnent, même à plusieurs lieues de distance, on ébouit tout le gros bois, depuis sept pouces de tour et au-dessus, pour le faire flotter et l'envoyer à Paris, et tout le menu bois est consommé par le chauffage du peuple ou par les forges; mais dans d'autres cantons de la province, où il n'y a point de forges, et où les villages éloignés les uns des autres ne font que peu de consommation, tout le menu bois tomberait en pure perte si l'on n'avait trouvé le moyen d'y remédier en changeant les procédés de l'exploitation. On coupe ces taillis à peu près comme j'ai conseillé de couper les bois de pins, et avec cette différence qu'au lieu de laisser les grands arbres, on ne laisse que les petits. Cette manière d'exploiter les bois en les *jardinant* est en usage dans plusieurs endroits; on abat tous les plus beaux brins, et on laisse subsister les autres, qui, dix ans après, sont abattus à leur tour; et ainsi de dix ans en dix ans, ou de douze ans en douze ans, ou à plus de moitié coupe, c'est-à-dire plus de moitié de produit. Mais cette manière d'exploitation, quoique utile, ne laisse pas d'être sujette à des inconvénients. On ne peut abattre les plus grands arbres sans faire souffrir les petits. D'ailleurs, le bûcheron, étant presque toujours mal à l'aise, ne peut couper la plupart de ces arbres qu'à un demi-pied, et souvent plus d'un pied au-dessus de terre; ce qui fait un grand tort aux revenus; ces souches élevées ne poussent jamais des rejetons aussi vigoureux ni en aussi grand nombre que les souches coupées à fleur de terre; et l'une des plus utiles attentions qu'on doive donner à l'exploitation des taillis, est de faire couper tous les arbres le plus près de terre qu'il est possible.

IV. Les bois occupent presque partout le haut des coteaux et les sommets des collines et des montagnes d'une médiocre hauteur. Dans ces espèces de plaines au-dessus des montagnes, il se trouve des terrains enfoncés, des espèces de vallons secs et froids, qu'on appelle des *combes*. Quoique le terrain de ces combes ait ordinairement plus de profondeur, et soit d'une meilleure qualité que celui des parties élevées qui les environnent, le bois, néanmoins, n'y est jamais aussi beau; il ne pousse qu'un mois plus tard, et souvent il y a de la différence de plus de moitié dans l'accroissement total. A quarante ans le bois du fond de la combe ne vaut pas plus que celui des coteaux qui l'environnent vant à vingt ans. Cette prodigieuse différence est occasionnée par la gelée qui tous les ans et presque en toute saison se fait sentir dans ces combes, et, supprimant en partie les jeunes rejetons, rend les arbres raffaus, rabougris et galeux. J'ai remarqué dans plusieurs coupes où l'on avait laissé quelques bouquets de bois, que tout ce qui était auprès de ces bouquets et situé à l'abri du vent du nord, était entièrement gâté par l'effet de la gelée, tandis que tous les endroits exposés au vent du nord n'étaient point du tout gelés. Cette observation me fournit la véritable raison pourquoi les combes et les lieux bas dans les bois sont si sujets à la gelée, et si tardifs à l'égard des terrains plus élevés, où les bois deviennent très-beaux, quoique souvent la terre y soit moins bonne que dans les combes; c'est parce que l'humidité et les brouillards qui s'élèvent de la terre séjournent dans les combes, s'y condensent, et par ce froid humide occasionnent la gelée; tandis que, sur les lieux plus élevés, les

vents divisent et chassent les vapeurs nuisibles, et les empêchent de tomber sur les arbres, ou du moins de s'y attacher en aussi grande quantité et en aussi grosses gouttes. Il y a de ces lieux bas où il gèle tous les mois de l'année; aussi le bois n'y vaut jamais rien. J'ai quelquefois parcouru en été, la nuit à la chasse, ces différents pays de bois, et je me souviens parfaitement que, sur les lieux élevés, j'avais chaud; mais qu'aussitôt que je descendais dans ces combes un froid vif et inquiétant, quoique sans vent, me saisissait, de sorte que souvent, à dix pas de distance, on aurait cru changer de climat: des charbonniers qui marchaient nu-pieds trouvaient la terre chaude sur ces éminences, et d'une froideur insupportable dans ces petits vallons. Lorsque ces combes se trouvent situées de manière à être enfilées par les vents froids et humides du nord-ouest, la gelée s'y fait sentir même au mois de juillet et d'août: le bois ne peut y croître; les genièvres même ont bien de la peine à s'y maintenir, et ces combes n'offrent, au lieu d'un beau taillis semblable à ceux qui les environnent, qu'un espace stérile qu'on appelle *une chaume*, et qui diffère d'une friche en ce qu'on peut rendre celle-ci fertile par la culture, au lieu qu'on ne sait comment cultiver ou peupler ces chaumes qui sont au milieu des bois. Les grains qu'on pourrait y semer sont toujours détruits par les grands froids de l'hiver ou par les gelées du printemps: il n'y a guère que le blé noir ou sarrasin qui puisse y croître, et encore le produit ne vaut pas la dépense de la culture. Ces terrains restent donc déserts, abandonnés, et sont en pure perte. J'ai une de ces combes au milieu de mes bois, qui seule contient cent cinquante arpents, dont le produit est presque nul. Le succès de ma plantation de pins, qui n'est qu'à une lieue de cette grande combe, m'a déterminé à y planter de jeunes arbres de cette espèce. Je n'ai commencé que depuis quelques années; je vois déjà, par le progrès de ces jeunes plants, que quelque jour cet espace, stérile de temps immémorial, sera un bois de pins tout aussi fourni que le premier que j'ai décrit.

V. J'ai fait écorcer sur pied des pins, des sapins, et d'autres espèces d'arbres toujours verts; j'ai reconnu que ces arbres, dépouillés de leur écorce, vivent plus longtemps que les chênes auxquels on fait la même opération, et leur bois acquiert même plus de dureté, plus de force et de solidité. Il serait donc très-utile de faire écorcer sur pied les sapins qu'on destine aux mâtures des vaisseaux; en les laissant deux, trois et même quatre ans sécher ainsi sur pied, ils acquerront une force et une durée bien plus grande que dans leur état naturel. Il en est de même de toutes les grosses pièces de chêne que l'on emploie dans la construction des vaisseaux; elles seraient plus résistantes, plus solides et plus durables si on les tirait d'arbres écorcés et séchés sur pied avant de les abattre.

A l'égard des pièces courbes, il vaut mieux prendre des arbres de brin, de la grosseur nécessaire pour faire une seule pièce courbe, que de scier ces courbes dans de plus grosses pièces: celles-ci sont toujours tranchées et faibles, au lieu que les pièces de brin, étant courbées dans du sable chaud, conservent presque toute la force de leurs fibres longitudinales. J'ai reconnu en faisant rompre des courbes de ces deux espèces, qu'il y avait plus d'un tiers de différence dans leur force; que les courbes tranchées cassaient subitement, et que celles qui avaient été courbées par la chaleur graduée et par une charge constamment appliquée, se rétablissaient presque de niveau avant que d'éclater et se rompre.

VI. On est dans l'usage de marquer avec un gros marteau, portant empreinte des armes du roi ou des seigneurs particuliers, tous les arbres que l'on veut réserver dans les bois qu'on veut couper. Cette pratique est mauvaise; on enlève l'écorce et une partie de l'aubier avant de donner le coup de marteau. La blessure ne se cicatrise jamais parfaitement, et souvent elle produit un abreuvoir au pied de l'arbre. Plus la tige en est menue, plus le mal est grand. On retrouve dans l'intérieur d'un arbre de cent ans les coups de marteau qu'on lui aura donnés à vingt-cinq, cinquante et soixante-quinze ans, et tous ces endroits sont remplis de pourriture, et forment souvent des abreuvoirs ou des fusées en bas ou en haut qui gâtent le pied de l'arbre. Il vaudrait mieux marquer avec une couleur à l'huile les arbres qu'on voudrait réserver; la dépense serait à peu près la même, et la couleur ne ferait aucun tort à l'arbre, et durerait au moins pendant tout le temps de l'exploitation.

VII. On trouve communément dans les bois deux espèces de chênes, ou plutôt deux variétés remarquables et différentes l'une de l'autre à plusieurs égards. La première est le chêne à gros gland, qui n'est qu'un à un, ou tout au

plus deux à deux sur la branche : l'écorce de ces chênes est blanche et lisse, la feuille grande et large, le bois blanc, liant, très-ferme, et néanmoins très-aisé à fendre. La seconde espèce porte ses glands en bouquets ou trochets comme les noisettes, de trois, quatre ou cinq ensemble; l'écorce en est plus brune et toujours gercée, le bois aussi plus coloré, la feuille plus petite et l'accroissement plus lent. J'ai observé que dans tous les terrains plus profonds, dans toutes les terres maigres, on ne trouve que des chênes à petits glands en trochets, et qu'au contraire on ne voit guère que des chênes à gros glands dans les très-bons terrains. Je ne suis pas assuré que cette variété soit constante et se propage par la graine; mais j'ai reconnu, après avoir semé plusieurs années une très-grande quantité de ces glands, tantôt indistinctement et mêlés, et d'autres fois séparés, qu'il ne m'est venu que des chênes à petits glands dans les mauvais terrains, et qu'il n'y a que dans quelques endroits de mes meilleures terres où il se trouve des chênes à gros glands. Le bois de ces chênes ressemble si fort à celui du châtaignier par la texture et par la couleur, qu'on les a pris l'un pour l'autre : c'est sur cette ressemblance, qui n'a pas été indiquée, qu'est fondée l'opinion que les charpentes de nos anciennes églises sont de bois de châtaignier. J'ai eu occasion d'en voir quelques-unes, et j'ai reconnu que ces bois, prétendus de châtaignier, étaient du chêne blanc à gros glands, dont je viens de parler, qui était autrefois bien plus commun qu'il ne l'est aujourd'hui, par une raison bien simple : c'est qu'autrefois, avant que la France fût aussi peuplée, il existait une quantité bien plus grande de bois en bon terrain, et, par conséquent, une bien plus grande quantité de ces chênes, dont le bois ressemble à celui du châtaignier.

Le châtaignier affecte des terrains particuliers; il ne croît point ou vient mal dans toutes les terres dont le fond est de matière calcaire : il y a donc de très-grands cantons et des provinces entières où l'on ne voit point de châtaigniers dans les bois, et, néanmoins, on nous montre, dans ces mêmes cantons, des charpentes anciennes, qu'on prétend être de châtaignier, et qui sont de l'espèce de chêne dont je viens de parler.

Ayant comparé le bois de ces chênes à gros glands au bois des chênes à petits glands dans un grand nombre d'arbres du même âge, et depuis vingt-cinq ans jusqu'à cent ans et au-dessus, j'ai reconnu que le chêne à gros glands a constamment plus de cœur et moins d'aubier que le chêne à petits glands, dans la proportion du double au simple : si le premier n'a qu'un pouce d'aubier sur huit pouces de cœur, le second n'aura que sept pouces de cœur sur deux pouces d'aubier, et ainsi de toutes les autres mesures; d'où il résulte une perte du double lorsqu'on équarrit ces bois; car on ne peut tirer qu'une pièce de sept pouces d'un chêne à petits glands, tandis qu'on tire une pièce de huit pouces d'un chêne à gros glands de même âge et de même grosseur. On ne peut donc recommander assez la conservation et le repeuplement de cette belle espèce de chênes, qui a sur l'espèce commune le plus grand avantage d'un accroissement plus prompt, et dont le bois est non-seulement plus plein, plus fort, mais encore plus élastique. Le trou fait par une balle de mousquet dans une planche de ce chêne se rétrécit par le ressort du bois de plus d'un tiers de plus que dans le chêne commun, et c'est une raison de plus de préférer ce bon chêne pour la construction des vaisseaux; le boulet de canon ne le ferait point éclater, et les trous seraient plus aisés à boucher. En général plus les chênes croissent vite, plus ils forment de cœur et meilleurs ils sont pour le service, à grosseur égale; leur tissu est plus ferme que celui des chênes qui croissent lentement, parce qu'il y a moins de cloisons, moins de séparation entre les couches ligneuses dans le même espace.

TREIZIÈME MÉMOIRE.

RECHERCHES

De la cause de l'excentricité des couches ligneuses qu'on aperçoit quand on coupe horizontalement le tronc d'un arbre, de l'inégalité d'épaisseur, et du différent nombre de ces couches, tant dans le bois formé que dans l'aubier.

PAR MM. DUHAMEL ET DE BUFFON.

On ne peut travailler plus utilement pour la physique, qu'en constatant des faits douteux, et en établissant la vraie origine de ceux qu'on attribuait sans fondement à des causes imaginaires ou insuffisantes. C'est dans cette vue que nous avons entrepris, M. de Buffon et moi, plusieurs recherches d'agriculture; que nous avons, par exemple, fait des observations et des expé-

riences sur l'accroissement et l'entretien des arbres, sur leurs maladies et sur leurs défauts, sur les plantations et sur le rétablissement des forêts, etc. Nous commençons à rendre compte à l'Académie du succès de ce travail, par l'examen d'un fait dont presque tous les auteurs d'agriculture font mention, mais qui n'a été (nous n'hésitons pas de le dire) qu'entrevu, et qu'on a, pour cette raison, attribué à des causes qui sont bien éloignées de la vérité.

Tout le monde sait que, quand on coupe horizontalement le tronc d'un chêne, par exemple, on aperçoit, dans le cœur et dans l'aubier, des cercles ligneux qui l'enveloppent; ces cercles sont séparés les uns des autres par d'autres cercles ligneux d'une substance plus rare, et ce sont ces derniers qui distinguent et séparent la crue de chaque année : il est naturel de penser que, sans des accidents particuliers, ils devraient être tous à peu près d'égale épaisseur, et également éloignés du centre.

Il en est cependant tout autrement, et la plupart des auteurs d'agriculture, qui ont reconnu cette différence, l'ont attribuée à différentes causes, et en ont tiré diverses conséquences. Les uns, par exemple, veulent qu'on observe avec soin la situation des jeunes arbres dans les pépinières, pour les orienter dans la place qu'on leur destine, ce que les jardiniers appellent *planter à la boussole* : ils soutiennent que le côté de l'arbre qui était opposé au soleil dans la pépinière, souffre immanquablement de son action lorsqu'il y est exposé.

D'autres veulent que les cercles ligneux de tous les arbres soient excentriques, et toujours plus éloignés du centre ou de l'axe du tronc de l'arbre du côté du midi que du nord : ce qu'ils proposent aux voyageurs qui seraient égarés dans les forêts, comme un moyen assuré de s'orienter et de retrouver leur route.

Nous avons cru devoir nous assurer par nous-mêmes de ces deux faits; et d'abord, pour reconnaître si les arbres transplantés souffrent lorsqu'ils se trouvent à une situation contraire à celle qu'ils avaient dans la pépinière, nous avons choisi cinquante ormes qui avaient été élevés dans une vigne, et non pas dans une pépinière touffue, afin d'avoir des sujets dont l'exposition fût bien décidée. J'ai fait, à une même hauteur, élever tous ces arbres, dont le tronc avait douze à treize pouces de circonférence; et avant de les arracher, j'ai marqué d'une petite entaille le côté exposé au midi; ensuite je les ai fait planter sur deux lignes, observant de les mettre alternativement, un dans la situation où il avait été élevé, et l'autre dans une situation contraire, en sorte que j'ai eu vingt-cinq arbres orientés comme dans la vigne, à comparer avec vingt-cinq autres qui étaient dans une situation tout opposée. En les plantant ainsi alternativement, j'ai évité tous les soupçons qui auraient pu naître des veines de terre, dont la qualité change quelquefois tout d'un coup. Mes arbres sont prêts à faire leur troisième pousse, je les ai bien examinés, il ne me paraît pas qu'il y ait aucune différence entre les uns et les autres. Il est probable qu'il n'y en aura pas dans la suite; car si le changement d'exposition doit produire quelque chose, ce ne peut être que dans les premières années, et jusqu'à ce que les arbres se soient accoutumés aux impressions du soleil et du vent, qu'on prétend être capables de produire un effet sensible sur ces jeunes sujets.

Nous ne déciderons cependant pas que cette attention est superflue dans tous les cas; car nous voyons, dans les terres légères, les pêchers et les abricotiers de haute tige, plantés en espalier au midi, se dessécher entièrement du côté du soleil, et ne subsister que par le côté du mur. Il semble donc que dans les pays chauds, sur le penchant des montagnes, au midi, le soleil peut produire un effet sensible sur la partie de l'écorce qui lui est exposée; mais mon expérience décide incontestablement que, dans notre climat et dans les situations ordinaires, il est inutile d'orienter les arbres qu'on transplante : c'est toujours une attention de moins, qui ne laisserait pas que de gêner lorsqu'on plante des arbres en alignement; car pour peu que le tronc des arbres soit un peu courbe, ils font une grande difformité quand on n'est pas le maître de mettre la courbure dans le sens de l'alignement.

A l'égard de l'excentricité des couches ligneuses vers le midi, nous avons remarqué que les gens le plus au fait de l'exploitation des forêts ne sont point d'accord sur ce point. Tous, à la vérité, conviennent de l'excentricité des couches annuelles : mais les uns prétendent que ces couches sont plus épaisses du côté du nord, parce que, disent-ils, le soleil dessèche le côté du midi; et ils appuient leur sentiment sur le prompt accroissement des arbres des pays septentrionaux, qui viennent plus vite et grossis-

sent davantage que ceux des pays méridionaux.

D'autres, au contraire, et c'est le plus grand nombre, prétendent avoir observé que les couches sont plus épaisses du côté du midi; et pour ajouter à leur observation un raisonnement physique, ils disent que le soleil étant le principal moteur de la sève, il doit la déterminer à passer avec plus d'abondance dans la partie où il a le plus d'action, pendant que les pluies qui viennent souvent du vent du midi humectent l'écorce, la nourrissent ou du moins préviennent le dessèchement que la chaleur du soleil aurait pu causer.

Voilà donc des sujets de doute entre ceux-là mêmes qui sont dans l'usage actuel d'exploiter des bois, et on ne doit pas s'en étonner; car les différentes circonstances produisent des variétés considérables dans l'accroissement des couches ligneuses. Nous allons le prouver par plusieurs expériences. Mais avant que de les rapporter, il est bon d'avertir que nous distinguons ici les chênes, d'abord en deux espèces, savoir : ceux qui portent des glands à longs pédicules, et ceux dont les glands sont presque collés à la branche. Chacune de ces espèces en donne trois autres, savoir : les chênes qui portent de très-gros glands, ceux dont les glands sont de médiocre grosseur, et enfin ceux dont les glands sont très-petits. Cette division, qui serait grossière et imparfaite pour un botaniste, suffit aux forestiers; et nous l'avons adoptée, parce que nous avons cru apercevoir quelque différence dans la qualité du bois de ces espèces, et que, d'ailleurs, il se trouve dans nos forêts un très-grand nombre d'espèces différentes de chênes dont le bois est absolument semblable, auxquelles, par conséquent, nous n'avons pas eu égard.

EXPÉRIENCE PREMIÈRE.

Le 27 mars 1734, pour nous assurer si les arbres croissent du côté du midi plus que du côté du nord, M. de Buffon a fait couper un chêne à gros glands, âgé d'environ soixante ans, à un bon pied et demi au-dessus de la surface du terrain, c'est-à-dire dans l'endroit où la tige commence à se bien arrondir, car les racines causent toujours un élargissement au pied des arbres : celui-ci était situé dans une lisière découverte à l'orient, mais un peu couverte au nord d'un côté, et de l'autre au midi. Il a fait faire la coupe le plus horizontalement qu'il a été possible; et, ayant mis la pointe d'un compas dans le centre des cercles annuels, il a reconnu qu'il coïncidait avec celui de la circonférence de l'arbre, et qu'ainsi tous les côtés avaient également grossi : mais ayant fait couper ce même arbre à vingt pieds plus haut, le côté du nord était plus épais que celui du midi; il a remarqué qu'il y avait une grosse branche du côté du nord, un peu au-dessous des vingt pieds.

EXPÉRIENCE II.

Le même jour il a fait couper de la même façon, à un pied et demi au-dessus de terre, un chêne à petits glands, âgé d'environ quatre-vingts ans, situé comme le précédent; il avait plus grossi du côté du midi que du côté du nord. Il a observé qu'il y avait au dedans de l'arbre un nœud fort serré du côté du nord qui venait des racines.

EXPÉRIENCE III.

Le même jour il a fait couper de même un chêne à glands de médiocre grosseur, âgé de soixante ans, dans une lisière exposée au midi; le côté du midi était plus fort que celui du nord, mais il l'était beaucoup moins que celui du levant. Il a fait fouiller au pied de l'arbre, et il a vu que la plus grosse racine était du côté du levant; il a ensuite fait couper cet arbre à deux pieds plus haut, c'est-à-dire à près de quatre pieds de terre en tout, et à cette hauteur le côté du nord était plus épais que tous les autres.

EXPÉRIENCE IV.

Le même jour il a fait couper à la même hauteur un chêne à gros glands, âgé d'environ soixante ans, dans une lisière exposée au levant, et il a trouvé qu'il avait également grossi de tous côtés; mais à un pied et demi plus haut, c'est-à-dire à trois pieds au-dessus de la terre, le côté du midi était un peu plus épais que celui du nord.

EXPÉRIENCE V.

Un autre chêne à gros glands, âgé d'environ trente-cinq ans, d'une lisière exposée au levant, avait grossi d'un tiers de plus du côté du midi que du côté du nord, à un pied au-dessus de terre : mais à un pied plus haut cette inégalité diminuait déjà, et à un pied plus haut il avait

également grossi de tous côtés : cependant en le faisant encore couper plus haut, le côté du midi était un tant soit peu plus fort.

EXPÉRIENCE VI.

Un autre chêne à gros glands, âgé de trente-cinq ans, d'une lisière exposée au midi, coupé à trois pieds au-dessus de terre, était un peu plus fort au midi qu'au nord, mais bien plus fort du côté du levant que d'aucun autre côté.

EXPÉRIENCE VII.

Un autre chêne de même âge et mêmes glands, situé au milieu des bois, également crû du côté du midi et du côté du nord, et plus du côté du levant que du côté du couchant.

EXPÉRIENCE VIII.

Le 29 mars 1734, il a continué ces épreuves, et il a fait couper, à un pied et demi au-dessus de terre, un chêne à gros glands, d'une très-belle venue, âgé de quarante ans, dans une lisière exposée au midi; il avait grossi du côté du nord beaucoup plus que d'aucun autre côté; celui du midi était même le plus faible de tous. Ayant fait fouiller au pied de l'arbre, il a trouvé que la plus grosse racine était du côté du nord.

EXPÉRIENCE IX.

Un autre chêne, de même espèce, même âge, et à la même exposition, coupé à la même hauteur d'un pied et demi au-dessus de la surface du terrain, avait grossi du côté du midi plus que du côté du nord. Il a fait fouiller au pied, et il a trouvé qu'il y avait une grosse racine du côté du midi, et qu'il n'y en paraissait point du côté du nord.

EXPÉRIENCE X.

Un autre chêne de même espèce, mais âgé de soixante ans, et absolument isolé, avait plus grossi du côté du nord que d'aucun autre côté. En fouillant, il a trouvé que la plus grosse racine était du côté du nord.

Je pourrais joindre à ces observations beaucoup d'autres pareilles, que M. de Buffon a fait exécuter en Bourgogne, de même qu'un grand nombre que j'ai faites dans la forêt d'Orléans, qui se montent à l'examen de plus de quarante arbres, mais dont il m'a paru inutile de donner le détail. Il suffit de dire qu'elles décident toutes que l'aspect du midi ou du nord n'est point du tout la cause de l'excentricité des couches ligneuses, mais qu'elle ne doit s'attribuer qu'à la position des racines et des branches, de sorte que les couches ligneuses sont toujours plus épaisses du côté où il y a plus de racines ou de plus vigoureuses. Il ne faut cependant pas manquer de rapporter une expérience que M. de Buffon a faite, et qui est absolument décisive.

Il choisit, ce même jour 29 mars, un chêne isolé, auquel il avait remarqué quatre racines à peu près égales et disposées assez régulièrement, en sorte que chacune répondait à très-peu près à un des quatre points cardinaux ; et, l'ayant fait couper à un pied et demi au-dessus de la surface du terrain, il trouva, comme il le soupçonnait, que le centre des couches ligneuses coïncidait avec celui de la circonférence de l'arbre, et que, par conséquent, il avait grossi de tous côtés également.

Ce qui nous a pleinement convaincus que la vraie cause de l'excentricité des couches ligneuses est la position des racines, et quelquefois des branches, et que, si l'aspect du midi ou du nord, etc., influe sur les arbres pour les faire grossir inégalement, ce ne peut être que d'une manière insensible, puisque, dans tous ces arbres, tantôt c'étaient les couches ligneuses du côté du midi qui étaient les plus épaisses, et tantôt celles du côté du nord ou de tout autre côté; et que, quand nous avons coupé des troncs d'arbres à différentes hauteurs, nous avons trouvé les couches ligneuses, tantôt plus épaisses d'un côté, tantôt d'un autre.

Cette dernière observation m'a engagé à faire fendre plusieurs corps d'arbres par le milieu. Dans quelques-uns, le cœur suivait à peu près en ligne droite l'axe du tronc; mais dans le plus grand nombre, et dans les bois même les plus parfaits et de la meilleure fente, il faisait des inflexions en forme de zigzag; outre cela, dans le centre de presque tous les arbres, j'ai remarqué aussi bien que M. de Buffon, que, dans une épaisseur de un pouce ou un pouce et demi vers le centre, il y avait plusieurs petits nœuds, en sorte que le bois ne s'est trouvé bien franc qu'au delà de cette petite épaisseur.

Ces nœuds viennent sans doute de l'éruption des branches que le chêne pousse en quantité dans sa jeunesse, qui, venant à périr, se recouvrent avec le temps, et forment ces petits nœuds auxquels on doit attribuer en partie cette

direction irrégulière du cœur qui n'est pas naturelle aux arbres. Elle peut venir aussi de ce qu'ils ont perdu dans leur jeunesse leur flèche ou montant principal par la gelée, l'abroutissement du bétail, la force du vent ou de quelque autre accident; car ils sont alors obligés de nourrir des branches latérales pour en former leurs tiges; et le cœur de ces branches ne répondant pas à celui du tronc, il s'y fait un changement de direction. Il est vrai que peu à peu ces branches se redressent; mais il reste toujours une inflexion dans le cœur de ces arbres.

Nous n'avons donc pas aperçu que l'exposition produisît rien de sensible sur l'épaisseur des couches ligneuses, et nous croyons que, quand on en remarque plus d'un côté que d'un autre, elle vient presque toujours de l'insertion des racines, ou de l'éruption de quelques branches, soit que ces branches existent actuellement, ou qu'ayant péri, leur place soit recouverte. Les plaies cicatrisées, la gelivure, le double aubier, dans un même arbre, peuvent encore produire cette augmentation d'épaisseur des couches ligneuses; mais nous la croyons absolument indépendante de l'exposition; ce que nous allons encore prouver par plusieurs observations familières.

OBSERVATION PREMIÈRE.

Tout le monde peut avoir remarqué, dans les vergers, des arbres qui s'emportent, comme disent les jardiniers, sur une de leurs branches, c'est-à-dire qu'ils poussent sur cette branche avec vigueur, pendant que les autres restent chétives et languissantes. Si l'on fouille au pied de ces arbres pour examiner leurs racines, on trouvera à peu près la même chose qu'au dehors de la terre, c'est-à-dire que du côté de la branche vigoureuse il y aura de vigoureuses racines, pendant que celles de l'autre côté seront en mauvais état.

OBSERVATION II.

Qu'un arbre soit planté entre un gazon et une terre façonnée, ordinairement la partie de l'arbre qui est du côté de la terre labourée sera plus verte et plus vigoureuse que celle qui répond au gazon.

OBSERVATION III.

On voit souvent un arbre perdre subitement une branche, et si l'on fouille au pied, on trouve le plus ordinairement la cause de cet accident dans le mauvais état où se trouvent les racines qui répondent à la branche qui a péri.

OBSERVATION IV.

Si on coupe une grosse racine à un arbre, comme on le fait quelquefois pour mettre un arbre à fruit, ou pour l'empêcher de s'emporter sur une branche, on fait languir la partie de l'arbre à laquelle cette racine correspondait: mais il n'arrive pas toujours que ce soit celle qu'on voulait affaiblir, parce qu'on n'est pas toujours assuré à quelle partie de l'arbre une racine porte sa nourriture, et une même racine la porte souvent à plusieurs branches; nous en allons dire quelque chose dans le moment.

OBSERVATION V.

Qu'on fende un arbre, depuis une de ses branches, par son tronc, jusqu'à une de ses racines; on pourra remarquer que les racines, de même que les branches, sont formées d'un faisceau de fibres, qui sont une continuation des fibres longitudinales du tronc de l'arbre.

Toutes ces observations semblent prouver que le tronc des arbres est composé de différents paquets de fibres longitudinales, qui répondent par un bout à une racine, et par l'autre, quelquefois à une, et d'autres fois à plusieurs branches; en sorte que chaque faisceau de fibres paraît recevoir sa nourriture de la racine dont il est une continuation. Suivant cela, quand une racine périt, il s'en devrait suivre le dessèchement d'un faisceau de fibres dans la partie du tronc et dans la branche correspondante; mais il faut remarquer:

1° Que dans ce cas les branches ne font que languir, et ne meurent pas entièrement;

2° Qu'ayant greffé par le milieu sur un sujet vigoureux une branche d'orme assez forte qui était chargée d'autres petites branches, les rameaux qui étaient sur la partie inférieure de la branche greffée poussèrent, quoique plus faiblement que ceux du sujet. Et j'ai vu, aux Chartreux de Paris, un oranger subsister et grossir en cette situation quatre ou cinq mois sur le sauvageon où il avait été greffé. Ces expériences prouvent que la nourriture qui est portée à une partie d'un arbre se communique à toutes les autres, et par conséquent la sève a un mouve-

ment de communication latérale. On peut voir sur cela les expériences de M. Hales. Mais ce mouvement latéral ne nuit pas assez au mouvement direct de la sève pour l'empêcher de se rendre en plus grande abondance à la partie de l'arbre, et au faisceau même des fibres qui correspond à la racine qui la fournit, et c'est ce qui fait qu'elle se distribue principalement à une partie des branches de l'arbre, et qu'on voit ordinairement la partie de l'arbre où répond une racine vigoureuse, profiter plus que tout le reste, comme on le peut remarquer sur les arbres des lisières des forêts; car leurs meilleures racines étant presque toujours du côté du champ, c'est aussi de ce côté que les couches ligneuses sont communément les plus épaisses.

Ainsi il paraît par les expériences que nous venons de rapporter, que les couches ligneuses sont plus épaisses dans les endroits de l'arbre où la sève a été portée en plus grande abondance, soit que cela vienne des racines ou des branches; car on sait que les unes et les autres agissent de concert pour le mouvement de la sève.

C'est cette même abondance de sève qui fait que l'aubier se transforme plus tôt en bois : c'est d'elle que dépend l'épaisseur relative du bois parfait avec l'aubier dans les différents terrains et dans les diverses espèces; car l'aubier n'est autre chose qu'un bois imparfait, un bois moins dense, qui a besoin que la sève le traverse, et y dépose des parties fixes pour remplir ses pores et le rendre semblable au bois : la partie de l'aubier dans laquelle la sève passera en plus grande abondance sera donc celle qui se transformera plus promptement en bois parfait, et cette transformation doit, dans les mêmes espèces, suivre la qualité du terrain.

EXPÉRIENCES.

M. de Buffon a fait scier plusieurs chênes à deux ou trois pieds de terre; et ayant fait polir la coupe avec la plane, voici ce qu'il a remarqué :

Un chêne âgé de quarante-six ans environ avait d'un côté quatorze couches annuelles d'aubier, et du côté opposé il en avait vingt; cependant les quatorze couches étaient d'un quart plus épaisses que les vingt de l'autre côté.

Un autre chêne qui paraissait du même âge avait d'un côté seize couches d'aubier, et du côté opposé il y en avait vingt-deux; cependant les seize couches étaient d'un quart plus épaisses que les vingt-deux.

Un autre chêne de même âge avait d'un côté vingt couches d'aubier, et du côté opposé il en avait vingt-quatre; cependant les vingt couches étaient d'un quart plus épaisses que les vingt-quatre.

Un autre chêne de même âge avait d'un côté dix couches d'aubier, et du côté opposé il en avait quinze; cependant les dix couches étaient d'un sixième plus épaisses que les quinze.

Un autre chêne de même âge avait d'un côté quatorze couches d'aubier, et de l'autre vingt-une; cependant les quatorze couches étaient d'une épaisseur presque double de celle des vingt-une.

Un chêne de même âge avait d'un côté onze couches d'aubier, et du côté opposé il en avait dix-sept; cependant les onze couches étaient d'une épaisseur double de celle des dix-sept.

Il a fait de semblables observations sur les trois espèces de chênes qui se trouvent le plus ordinairement dans les forêts, et il n'y a point aperçu de différence.

Toutes ces expériences prouvent que l'épaisseur de l'aubier est d'autant plus grande que le nombre des couches qui le forment est plus petit. Ce fait paraît singulier; l'explication en est cependant aisée. Pour la rendre plus claire, supposons pour un instant qu'on ne laisse à un arbre que deux racines, l'une à droite, double de celle qui est à gauche; si on n'a point d'attention à la communication latérale de la sève, le côté droit de l'arbre recevrait une fois autant de nourriture que le côté gauche; les cercles annuels grossiraient donc plus à droite qu'à gauche, et en même temps la partie droite de l'arbre se transformerait plus promptement en bois parfait que la partie gauche, parce qu'en se distribuant plus de sève dans la partie droite que dans la gauche, il se déposerait dans les interstices de l'aubier un plus grand nombre de parties fixes propres à former le bois.

Il nous paraît donc assez bien prouvé que de plusieurs arbres plantés dans le même terrain, ceux qui croissent plus vite ont leurs couches ligneuses plus épaisses, et qu'en même temps leur aubier se convertit plus tôt en bois que dans les arbres qui croissent lentement. Nous allons maintenant faire voir que les chênes qui sont crûs dans les terrains maigres ont plus d'aubier, par proportion à la quantité de leur bois,

que ceux qui sont crûs dans les bons terrains. Effectivement, si l'aubier ne se convertit en bois parfait qu'à proportion que la sève qui le traverse y dépose des parties fixes, il est clair que l'aubier sera bien plus longtemps à se convertir en bois dans les terrains maigres que dans les bons terrains.

C'est aussi ce que j'ai remarqué en examinant des bois qu'on abattait dans une vente, dont le bois était beaucoup meilleur à une de ses extrémités qu'à l'autre, simplement parce que le terrain y avait plus de fond.

Les arbres qui étaient venus dans la partie où il y avait moins de bonne terre, étaient moins gros, leurs couches ligneuses étaient plus minces que dans les autres; ils avaient un plus grand nombre de couches d'aubier, et même généralement plus d'aubier par proportion à la grosseur de leur bois : je dis par proportion au bois; car si on se contentait de mesurer avec un compas l'épaisseur de l'aubier dans les deux terrains, on le trouverait communément bien plus épais dans le bon terrain que dans l'autre.

M. de Buffon a suivi bien plus loin ces observations; car ayant fait abattre dans un terrain sec et graveleux, où les arbres commencent à couronner à trente ans, un grand nombre de chênes à médiocres et petits glands, tous âgés de quarante-six ans, il fit aussi abattre autant de chênes de même espèce et du même âge dans un bon terrain, où le bois ne couronne que fort tard. Ces deux terrains sont à une portée de fusils l'un de l'autre, à la même exposition, et ils ne diffèrent que par la qualité et la profondeur de la bonne terre, qui dans l'un est de quelques pieds, et dans l'autre de huit à neuf pouces seulement. Nous avons pris avec une règle et un compas les mesures du cœur et de l'aubier de tous ces différents arbres; et, après avoir fait une Table de ces mesures, et avoir pris la moyenne entre toutes, nous avons trouvé :

1° Qu'à l'âge de quarante-six ans, dans le terrain maigre, les chênes communs ou de gland médiocre, avaient t d'aubier et $2 + \frac{1}{2}$ de cœur, et les chênes de petits glands t d'aubier et t $+ \frac{1}{16}$ de cœur. Ainsi, dans le terrain maigre les premiers ont plus du double de cœur que les derniers.

2° Qu'au même âge de quarante-six ans, dans un bon terrain, les chênes communs avaient un d'aubier et trois de cœur, et les chênes de petits glands, un d'aubier et deux et demi de cœur. Ainsi, dans les bons terrains, les premiers ont un sixième de cœur plus que les derniers.

3° Qu'au même âge de quarante-six ans, dans le même terrain maigre, les chênes communs avaient seize ou dix-sept couches ligneuses d'aubier, et les chênes de petits glands en avaient vingt-une. Ainsi l'aubier se convertit plus tôt en cœur dans les chênes communs que dans les chênes de petits glands.

4° Qu'à l'âge de quarante-six ans, la grosseur du bois de service, y compris l'aubier des chênes à petits glands dans le mauvais terrain, est à la grosseur du bois de service des chênes de même espèce dans le bon terrain comme vingt-un et demi sont à vingt-neuf; d'où l'on tire, en supposant les hauteurs égales, la proportion de la quantité de bois de service dans le bon terrain, à la quantité dans le mauvais terrain, comme huit cent quarante-un sont à quatre cent soixante-deux, c'est-à-dire presque double; et comme les arbres de même espèce s'élèvent à proportion de la bonté et de la profondeur du terrain, on peut assurer que la quantité du bois que fournit un bon terrain, est beaucoup plus du double de celle que produit un mauvais terrain. Nous ne parlons ici que du bois de service, et point du tout du taillis; car après avoir fait les mêmes épreuves et les mêmes calculs sur des arbres beaucoup plus jeunes, comme de vingt-cinq à trente ans, dans le bon et le mauvais terrains, nous avons trouvé que les différences n'étaient pas, à beaucoup près, si grandes : mais comme ce détail serait un peu long, et que d'ailleurs il y entre quelques expériences sur l'aubier et le cœur du chêne, selon les différents âges, sur le temps absolu qu'il faut à l'aubier pour se transformer en cœur, et sur le produit des terrains maigres, comparé au produit des bons terrains, nous renvoyons le tout à un autre Mémoire.

Il n'est donc pas douteux que, dans les terrains maigres, l'aubier ne soit plus épais, par proportion au bois, que dans les bons terrains; et quoique nous ne rapportions rien ici que sur les proportions des arbres qui se sont trouvés bien sains, cependant nous remarquerons en passant, que ceux qui étaient un peu gâtés avaient toujours plus d'aubier que les autres. Nous avons pris aussi les mêmes proportions du cœur et de l'aubier dans les chênes de différents âges, et nous avons reconnu que les cou-

ches ligneuses étaient plus épaisses dans les jeunes arbres que dans les vieux, mais aussi qu'il y en avait une bien moindre quantité. Concluons donc de nos expériences et de nos observations.

I. Que, dans tous les cas où la sève est portée avec plus d'abondance, les couches ligneuses, de même que les couches d'aubier, y sont plus épaisses, soit que l'abondance de cette sève soit un effet de la bonté du terrain ou de la bonne constitution de l'arbre, soit qu'elle dépende de l'âge de l'arbre, de la position des branches ou des racines, etc.;

II. Que l'aubier se convertit d'autant plus tôt en bois, que la sève est portée avec plus d'abondance dans des arbres ou dans une portion de ces arbres que dans une autre; ce qui est une suite de ce que nous venons de dire;

III. Que l'excentricité des couches ligneuses dépend entièrement de l'abondance de la sève qui se trouve plus grande dans une portion d'un arbre que dans une autre; ce qui est toujours produit par la vigueur des racines, ou des branches qui répondent à la partie de l'arbre où les couches sont les plus épaisses et les plus éloignées du centre;

IV. Que le cœur des arbres suit très-rarement l'axe du tronc, ce qui est produit quelquefois par l'épaisseur inégale des couches ligneuses dont nous venons de parler, et quelquefois par des plaies recouvertes, ou des extravasions de substances, et souvent par les accidents qui ont fait périr le montant principal.

QUATORZIÈME MÉMOIRE.

OBSERVATIONS

Des différents effets que produisent sur les végétaux les grandes gelées d'hiver et les petites gelées du printemps,

PAR MM. DUHAMEL ET DE BUFFON.

La physique des végétaux, qui conduit à la perfection de l'agriculture, est une de ces sciences dont le progrès ne s'augmente que par une multitude d'observations qui ne peuvent être l'ouvrage ni d'un homme seul ni d'un temps borné. Aussi ces observations ne passent-elles guère pour certaines, que lorsqu'elles ont été répétées et combinées en différents lieux, en différentes saisons, et par différentes personnes qui aient eu les mêmes idées. C'a été dans cette vue que nous nous sommes joints, M. de Buffon et moi, pour travailler de concert à l'éclaircissement d'un nombre de phénomènes difficiles à expliquer dans cette partie de l'histoire de la nature, de la connaissance desquels il peut résulter une infinité de choses utiles dans la pratique de l'agriculture.

L'accueil dont l'Académie a favorisé les prémices de cette association, je veux dire le Mémoire formé de nos observations sur l'excentricité des couches ligneuses, sur l'inégalité de l'épaisseur de ces couches, sur les circonstances qui font que l'aubier se convertit plus tôt en bois, ou reste plus longtemps dans son état d'aubier; cet accueil, dis-je, nous a encouragés à donner également toute notre attention à un autre point de cette physique végétale, qui ne demandait pas moins de recherches, et qui n'a pas moins d'utilité que le premier.

La gelée est quelquefois si forte pendant l'hiver, qu'elle détruit presque tous les végétaux, et la disette de 1709 est une époque de ses cruels effets.

Les grains périrent entièrement; quelques espèces d'arbres, comme les noyers, périrent aussi sans ressource; d'autres, comme les oliviers et presque tous les arbres fruitiers furent moins maltraités; ils repoussèrent de dessus leur souche, leurs racines n'ayant point été endommagées. Enfin, plusieurs grands arbres plus vigoureux poussèrent au printemps presque sur toutes les branches, et ne parurent pas en avoir beaucoup souffert. Nous ferons cependant remarquer dans la suite les dommages réels et irréparables que cet hiver leur a causés.

Une gelée qui nous prive des choses les plus nécessaires à la vie, qui fait périr entièrement plusieurs espèces d'arbres utiles, et n'en laisse presque aucun qui ne se ressente de sa rigueur, est certainement des plus redoutables. Ainsi, nous avons tout à craindre des grandes gelées qui viennent pendant l'hiver, et qui nous réduiraient aux dernières extrémités, si nous en ressentions plus souvent les effets; mais heureusement on ne peut citer que deux à trois hivers qui, comme celui de l'année 1709, aient produit une calamité si générale.

Les plus grands désordres que causent jamais les gelées du printemps ne portent pas à beaucoup près sur des choses aussi essentielles, quoi-

qu'elles endommagent les grains, et principalement le seigle lorsqu'il est nouvellement épié et en lait ; on n'a jamais vu que cela ait produit de grandes disettes : elles n'affectent pas les parties les plus solides des arbres, leur tronc ni leurs branches; mais elles détruisent totalement leurs productions, et nous privent de récoltes, de vins et de fruits, et par la suppression des nouveaux bourgeons elles causent un dommage considérable aux forêts.

Ainsi, quoiqu'il y ait quelques exemples que la gelée d'hiver nous ait réduits à manquer de pain, et à être privés pendant plusieurs années d'une infinité de choses utiles que nous fournissent les végétaux, le dommage que causent les gelées du printemps nous devient encore plus important, parce qu'elles nous affligent beaucoup plus fréquemment; car, comme il arrive presque tous les ans quelques gelées en cette saison, il est rare qu'elles ne diminuent pas nos revenus.

A ne considérer que les effets de la gelée, même très-superficiellement, on aperçoit déjà que ceux que produisent les fortes gelées d'hiver sont très-différents de ceux qui sont occasionnés par les gelées du printemps, puisque les unes attaquent le corps même et les parties les plus solides des arbres, au lieu que les autres détruisent simplement leurs productions, et s'opposent à leurs accroissements. C'est ce qui sera plus amplement prouvé dans la suite de ce Mémoire.

Mais nous ferons voir en même temps qu'elles agissent dans des circonstances bien différentes, et que ce ne sont pas toujours les terroirs, les expositions et les situations où l'on remarque que les gelées d'hiver ont produit de plus grands désordres, qui souffrent le plus des gelées du printemps.

On conçoit bien que nous n'avons pas pu parvenir à faire cette distinction des effets de la gelée, qu'en rassemblant beaucoup d'observations, qui rempliront la plus grande partie de ce Mémoire. Mais seraient-elles simplement curieuses, et n'auraient-elles d'utilité que pour ceux qui voudraient rechercher la cause physique de la gelée? Nous espérons de plus qu'elles seront profitables à l'agriculture, et que si elles ne nous mettent pas à portée de nous garantir entièrement des torts que nous fait la gelée, elles nous donneront des moyens pour en parer une partie : c'est ce que nous aurons soin de faire sentir, à mesure que nos observations nous en fourniront l'occasion. Il faut donc en donner le détail, que nous commencerons par ce qui regarde les grandes gelées d'hiver; nous parlerons ensuite des gelées du printemps.

Nous ne pouvons pas raisonner avec autant de certitude des gelées d'hiver que de celles du printemps, parce que, comme nous l'avons déjà dit, on est assez heureux pour n'éprouver que rarement leurs tristes effets.

La plupart des arbres étant, dans cette saison, dépouillés de fleurs, de fruits et de feuilles, ont ordinairement leurs bourgeons endurcis et en état de supporter des gelées assez fortes, à moins que l'été précédent n'ait été frais; car en ce cas les bourgeons n'étant pas parvenus à ce degré de maturité que les jardiniers appellent *aoûtés*, ils sont hors d'état de résister aux plus médiocres gelées d'hiver : mais ce n'est pas l'ordinaire, et le plus souvent les bourgeons mûrissent avant l'hiver, et les arbres supportent les rigueurs de cette saison sans en être endommagés, à moins qu'il ne vienne des froids excessifs, joints à des circonstances fâcheuses, dont nous parlerons dans la suite.

Nous avons cependant trouvé dans les forêts beaucoup d'arbres attaqués de défauts considérables, qui ont certainement été produits par les fortes gelées dont nous venons de parler, et particulièrement par celle de 1709; car quoique cette énorme gelée commence à être assez ancienne, elle a produit dans les arbres qu'elle n'a pas entièrement détruits, des défauts qui ne s'effaceront jamais.

Ces défauts sont : 1° des gerces qui suivent la direction des fibres, et que les gens de forêts appellent *gelivures*;

2° Une portion de bois mort renfermée dans le bon bois, ce que les forestiers appellent la *gelivure entrelardée* :

3° Enfin, le double aubier, qui est une couronne entière de bois imparfait, remplie et recouverte par de bon bois. Il faut détailler ces défauts, et dire d'où ils procèdent. Nous allons commencer par ce qui regarde le double aubier.

L'aubier est, comme l'on sait, une couronne ou une ceinture plus ou moins épaisse de bois blanc et imparfait, qui dans presque tous les arbres se distingue aisément du bois parfait, qu'on appelle le *cœur*, par la différence de sa couleur et de sa dureté. Il se trouve immédiatement sous l'écorce, et il enveloppe le bois par-

fait, qui dans les arbres sains est à peu près de la même couleur, depuis la circonférence jusqu'au centre; mais dans ceux dont nous voulons parler, le bois parfait se trouve séparé par une seconde couronne de bois blanc, en sorte que sur la coupe du tronc d'un de ces arbres, on voit alternativement une couronne d'aubier, puis une de bois parfait, ensuite une seconde couronne d'aubier, et enfin un massif de bois parfait. Ce défaut est plus ou moins grand, et plus ou moins commun, selon les différents terrains et les différentes situations : dans les terres fortes et dans le touffu des forêts, il est plus rare et moins considérable que dans les clairières et dans les terres légères.

A la seule inspection de ces couronnes de bois blanc, que nous appellerons dans la suite le *faux aubier*, on voit qu'elles sont de mauvaise qualité. Cependant, pour en être plus certain, M. de Buffon en a fait faire plusieurs petits soliveaux de deux pieds de longueur sur neuf à dix lignes d'équarrissage, et en ayant fait faire de pareils de véritable aubier, il a fait rompre les uns et les autres en les chargeant dans leur milieu; et ceux de faux aubier ont toujours rompu sous un moindre poids que ceux du véritable aubier, quoique, comme l'on sait, la force de l'aubier soit très-petite en comparaison de celle du bois formé.

Il a ensuite pris plusieurs morceaux de ces deux espèces d'aubier, il les a pesés dans l'air et ensuite dans l'eau, et il a trouvé que la pesanteur spécifique de l'aubier naturel était toujours plus grande que celle du faux aubier. Il a fait la même expérience avec le bois du centre de ces mêmes arbres, pour le comparer à celui de la couronne qui se trouve entre les deux aubiers, et il a reconnu que la différence était à peu près celle qui se trouve naturellement entre la pesanteur du bois du centre de tous les arbres et celle de la circonférence : ainsi tout ce qui est devenu bois parfait dans ces arbres défectueux, s'est trouvé à peu près dans l'ordre ordinaire. Mais il n'en est pas de même du faux aubier, puisque, comme le prouvent les expériences que nous venons de rapporter, il est plus faible, plus tendre et plus léger que le vrai aubier, quoiqu'il ait été formé vingt et vingt-cinq ans auparavant; ce que nous avons reconnu en comptant les cercles annuels, tant de l'aubier que du bois qui recouvre ce faux aubier : et cette observation, que nous avons répétée sur nombre d'arbres, prouve incontestablement que ce défaut est une suite du grand froid de 1709: car il ne faut pas être surpris de trouver toujours quelques couches de moins que le nombre des années qui se sont écoulées depuis 1709, non-seulement parce qu'on ne peut jamais avoir par le nombre des couches ligneuses l'âge des arbres, qu'à trois ou quatre années près, mais encore parce que les premières couches ligneuses qui se sont formées depuis 1709, étaient si minces et si confuses, qu'on ne peut les distinguer bien exactement.

Il est encore sûr que c'est la portion de l'arbre qui était en aubier dans le temps de la grande gelée de 1709, qui, au lieu de se perfectionner et de se convertir en bois, est au contraire devenue plus défectueuse; on n'en peut pas douter après les expériences que M. de Buffon a faites pour s'assurer de la qualité de ce faux aubier.

D'ailleurs, il est plus naturel de penser que l'aubier doit plus souffrir des grandes gelées que le bois formé, non-seulement parce que étant à l'extérieur de l'arbre, il est plus exposé au froid, mais encore parce qu'il contient plus de sève, et que les fibres sont plus tendres et plus délicates que celles du bois. Tout cela paraît d'abord souffrir peu de difficulté; cependant on pourrait objecter l'observation rapportée dans l'Histoire de l'Academie, *année* 1710, par laquelle il paraît qu'en 1709 les jeunes arbres ont mieux supporté le grand froid que les vieux arbres. Mais comme le fait que nous venons de rapporter est certain, il faut bien qu'il y ait quelque différence entre les parties organiques, les vaisseaux, les fibres, les vésicules, etc., de l'aubier des vieux arbres et de celui des jeunes : elles seront peut-être plus souples, plus capables de prêter dans ceux-ci que dans les vieux, de telle sorte qu'une force qui sera capable de faire rompre les unes ne fera que dilater les autres. Au reste, comme ce sont là des choses que les yeux ne peuvent apercevoir, et dont l'esprit reste peu satisfait, nous passerons plus légèrement sur ces conjectures, et nous nous contenterons des faits que nous avons bien observés. Cet aubier a donc beaucoup souffert de la gelée, c'est une chose incontestable; mais a-t-il été entièrement désorganisé? il pourrait l'être sans qu'il s'en fût suivi la mort de l'arbre; pourvu que l'écorce fût restée saine, la végétation aurait pu continuer. On voit tous les jours des saules et des or-

mes qui ne subsistent que par leur écorce; et la même chose s'est vue longtemps à la pépinière du Roule, sur un oranger qui n'a péri que depuis quelques années.

Mais nous ne croyons pas que le faux aubier dont nous parlons soit mort; il m'a toujours paru être dans un état bien différent de l'aubier qu'on trouve dans les arbres qui sont attaqués de la gelivure entrelardée, et dont nous parlerons dans un moment. Il a aussi paru de même à M. de Buffon, lorsqu'il en a fait faire des soliveaux et des cubes, pour les expériences que nous avons rapportées; et d'ailleurs, s'il eût été désorganisé, comme il s'étend sur toute la circonférence des arbres, il aurait interrompu le mouvement latéral de la sève, et le bois du centre, qui se serait trouvé recouvert par cette enveloppe d'aubier mort, n'aurait pas pu végéter, il serait mort aussi, et se serait altéré; ce qui n'est pas arrivé, comme le prouve l'expérience de M. de Buffon, que je pourrais confirmer par plusieurs que j'ai exécutées avec soin, mais dont je ne parlerai pas pour le présent, parce qu'elles ont été faites dans d'autres vues. Cependant on ne conçoit pas aisément comment cet aubier a paru être altéré au point de ne pouvoir se convertir en bois, et que bien loin qu'il soit mort, il ait même été en état de fournir de la sève aux couches ligneuses qui se sont formées pardessus dans un état de perfection qu'on peut comparer au bois des arbres qui n'ont souffert aucun accident. Il faut bien cependant que la chose se soit passée ainsi, et que le grand hiver ait causé une maladie incurable à cet aubier; car s'il était mort aussi bien que l'écorce qui le recouvre, il n'est pas douteux que l'arbre aurait péri entièrement : c'est ce qui est arrivé en 1709 à plusieurs arbres dont l'écorce s'est détachée, qui par un reste de sève qui était dans leur tronc ont poussé au printemps, mais qui sont morts d'épuisement avant l'automne faute de recevoir assez de nourriture pour subsister.

Nous avons trouvé de ces faux aubiers qui étaient plus épais d'un côté que d'un autre; ce qui s'accorde à merveille avec l'état le plus ordinaire de l'aubier. Nous en avons aussi trouvé de très-minces; apparemment qu'il n'y avait eu que quelques couches d'aubier d'endommagées. Tous ces faux aubiers ne sont pas de la même couleur, et n'ont pas souffert une altération égale; ils ne sont pas aussi mauvais les uns que les autres, et cela s'accorde à merveille avec ce que nous avons dit plus haut. Enfin nous avons fait fouiller au pied de quelques-uns de ces arbres, pour voir si ce même défaut existait aussi dans les racines; mais nous les avons trouvées très-saines. Ainsi il est probable que la terre qui les recouvrait les avait garanties du grand froid.

Voilà donc un effet des plus fâcheux des gelées d'hiver, qui, pour être renfermé dans l'intérieur des arbres, n'en est pas moins à craindre, puisqu'il rend les arbres qui en sont attaqués presque inutiles pour toutes sortes d'ouvrages; mais outre cela il est très-fréquent, et on a toutes les peines du monde à trouver quelques arbres qui en soient totalement exempts : cependant on doit conclure des observations que nous venons de rapporter, que tous les arbres dont le bois ne suit pas une nuance réglée depuis le centre où il doit être d'une couleur plus foncée jusqu'auprès de l'aubier, où la couleur s'éclaircit un peu, doivent être soupçonnés de quelques défauts, et même être entièrement rebutés pour les ouvrages de conséquence, si la différence est considérable. Disons maintenant un mot de cet autre défaut que nous avons appelé *la gelivure entrelardée*.

En sciant horizontalement des pieds d'arbres, on aperçoit quelquefois un morceau d'aubier mort et d'écorce desséchée, qui sont entièrement recouverts par le bois vif. Cet aubier mort occupe à peu près le quart de la circonférence dans l'endroit du tronc où il se trouve; il est quelquefois plus brun que le bon bois, et d'autres fois presque blanchâtre. Ce défaut se trouve plus fréquemment sur les coteaux exposés au midi, que partout ailleurs. Enfin, par la profondeur où cet aubier se trouve, dans le tronc, il paraît dans beaucoup d'arbres avoir péri en 1709, et nous croyons qu'il est dans tous une suite des grandes gelées d'hiver, qui ont fait entièrement périr une portion d'aubier et d'écorce, qui ont ensuite été recouverts par le nouveau bois; et cet aubier mort se trouve presque toujours à l'exposition du midi, parce que le soleil venant à fondre la glace de ce côté, il en résulte une humidité qui regèle de nouveau et sitôt après que le soleil a disparu; ce qui forme un verglas qui, comme l'on sait, cause un préjudice considérable aux arbres. Ce défaut n'occupe pas ordinairement toute la longueur du tronc, de sorte que nous avons vu des pièces équarries qui paraissaient très-saines, et que l'on n'a reconnues attaquées de cette gelivure que quand on les a

eu refendues, pour en faire des planches ou des membrières. Si on les eût employées de toute leur grosseur, on les aurait crues exemptes de tous défauts. On conçoit cependant combien un tel vice dans leur intérieur doit diminuer leur force et précipiter leur dépérissement.

Nous avons dit encore que les fortes gelées d'hiver faisaient quelquefois fendre les arbres suivant la direction de leurs fibres, et même avec bruit; ainsi il nous reste à rapporter les observations que nous avons pu faire sur cet accident.

On trouve dans les forêts des arbres qui, ayant été fendus suivant la direction de leurs fibres, sont marqués d'une arête qui est formée par la cicatrice qui a recouvert ces gerçures qui restent dans l'intérieur de ces arbres sans se réunir, parce que, comme nous le prouverons dans une autre occasion, il ne se forme jamais de réunion dans les fibres ligneuses, sitôt qu'elles ont été séparées ou rompues. Tous les ouvriers regardent toutes ces fentes comme l'effet des gelées d'hiver, c'est pourquoi ils appellent des gelivures toutes les gerçures qu'ils aperçoivent dans les arbres. Il n'est pas douteux que la sève, qui augmente de volume lorsqu'elle vient à geler, comme font toutes les liqueurs aqueuses, peut produire plusieurs de ces gerçures; mais nous croyons qu'il y en a aussi qui sont indépendantes de la gelée, et qui sont occasionnées par une trop grande abondance de sève.

Quoi qu'il en soit, nous avons trouvé de ces défectuosités dans tous les terroirs et à toutes les expositions, mais plus fréquemment qu'ailleurs dans les terroirs humides, et aux expositions du nord et du couchant : peut-être cela vient-il, dans un cas, de ce que le froid est plus violent à ces expositions, et, dans l'autre, de ce que les arbres qui sont dans les terroirs marécageux ont le tissu de leurs fibres ligneuses plus faible et plus rare, et de ce que leur sève est plus abondante et plus aqueuse que dans les terroirs secs; ce qui fait que l'effet de la raréfaction des liqueurs par la gelée est plus sensible et d'autant plus en état de désunir les fibres ligneuses, qu'elles y apportent moins de résistance.

Ce raisonnement paraît être confirmé par une autre observation, c'est que les arbres résineux, comme le sapin, sont rarement endommagés par les grandes gelées, ce qui peut venir de ce que leur sève est résineuse; car on sait que les huiles ne gèlent pas parfaitement, et qu'au lieu d'augmenter de volume à la gelée, comme l'eau, elles en diminuent lorsqu'elles se figent[1].

Au reste, nous avons scié plusieurs arbres attaqués de cette maladie, et nous avons presque toujours trouvé, sous la cicatrice proéminente dont nous avons parlé, un dépôt de sève ou de bois pourri, et elle ne se distingue de ce qu'on appelle dans les forêts *des abreuvoirs* ou *des gouttières* que parce que ces défauts, qui viennent d'une altération des fibres ligneuses qui s'est produite intérieurement, n'ont occasionné aucune cicatrice qui change la forme extérieure des arbres, au lieu que les gelivures qui viennent d'une gerçure qui s'est étendue à l'extérieur, et qui s'est ensuite recouverte par une cicatrice, forment une arête ou une éminence en forme de corde, qui annonce le vice intérieur.

Les grandes gelées d'hiver produisent sans doute bien d'autres dommages aux arbres, et nous avons encore remarqué plusieurs défauts que nous pourrions leur attribuer avec beaucoup de vraisemblance : mais comme nous n'avons pas pu nous en convaincre pleinement, nous n'ajouterons rien à ce que nous venons de dire, et nous passerons aux observations que nous avons faites sur les effets des gelées du printemps, après avoir dit un mot des avantages et des désavantages des différentes expositions par rapport à la gelée; car cette question est trop intéressante à l'agriculture pour ne pas essayer de l'éclaircir, d'autant que les auteurs se trouvent dans des oppositions de sentiments plus capables de faire naître des doutes, que d'augmenter nos connaissances, les uns prétendant que la gelée se fait sentir plus vivement à l'exposition du nord, les autres voulant que ce soit à celle du midi ou du couchant; et tous ces avis ne sont fondés sur aucune observation. Nous sentons cependant bien ce qui a pu partager ainsi les sentiments, et c'est ce qui nous a mis à portée de

[1] M. Hales, ce savant observateur qui nous a tant appris de choses sur la végétation, dit dans son livre de la *Statique des végétaux*, page 19, que ce sont les plantes qui transpirent le moins, qui résistent le mieux au froid des hivers parce qu'elles n'ont besoin, pour se conserver, que d'une très-petite quantité de nourriture. Il prouve, dans le même endroit, que les plantes qui conservent leurs feuilles pendant l'hiver sont celles qui transpirent le moins; cependant on sait que l'oranger, le myrte, et encore plus le jasmin d'Arabie, etc., sont très-sensibles à la gelée, quoique ces arbres conservent leurs feuilles pendant l'hiver; il faut donc avoir recours à une autre cause pour expliquer pourquoi certains arbres, qui ne se dépouillent pas pendant l'hiver, supportent si bien les plus fortes gelées.

les concilier. Mais avant que de rapporter les observations et les expériences qui nous y ont conduits, il est bon de donner une idée plus exacte de la question.

Il n'est pas douteux que c'est à l'exposition du nord qu'il fait le plus grand froid : elle est à l'abri du soleil, qui peut seul, dans les grandes gelées, tempérer la rigueur du froid ; d'ailleurs elle est exposée au vent du nord, de nord-est et de nord-ouest, qui sont les plus froids de tous, non-seulement à en juger par les effets que ces vents produisent sur nous, mais encore par la liqueur des thermomètres, dont la décision est bien plus certaine.

Aussi voyons-nous le long de nos espaliers, que la terre est souvent gelée et endurcie toute la journée au nord, pendant qu'elle est meuble et qu'on la peut labourer au midi.

Quand après cela il succède une forte gelée pendant la nuit, il est clair qu'il doit faire bien plus froid dans l'endroit où il y a déjà de la glace, que dans celui où la terre aura été échauffée par le soleil; c'est aussi pour cela que, même dans les pays chauds, on trouve encore de la neige à l'exposition du nord, sur les revers des hautes montagnes : d'ailleurs la liqueur du thermomètre se tient toujours plus bas à l'exposition du nord qu'à celle du midi; ainsi il est incontestable qu'il y fait plus froid et qu'il y gèle plus fort.

En faut-il davantage pour faire conclure que la gelée doit faire plus de désordre à cette exposition qu'à celle du midi? et on se confirmera dans ce sentiment par l'observation que nous avons faite de la gelivure simple, que nous avons trouvée en plus grande quantité à cette exposition qu'à toutes les autres.

Effectivement il est sûr que tous les accidents qui dépendront uniquement de la grande force de la gelée, tels que celui dont nous venons de parler, se trouveront plus fréquemment à l'exposition du nord que partout ailleurs. Mais est-ce toujours la grande force de la gelée qui endommage les arbres, et n'y a-t-il pas des accidents particuliers qui font qu'une gelée médiocre leur cause beaucoup plus de préjudice que ne font les gelées beaucoup plus violentes, quand elles arrivent dans des circonstances heureuses?

Nous en avons déjà donné un exemple en parlant de la gelivure entrelardée qui est produite par le verglas, et qui se trouve plus fréquemment à l'exposition du midi qu'à toutes les autres, et l'on se souvient bien encore qu'une partie des désordres qu'a produits l'hiver de 1709 doit être attribuée à un faux dégel qui fut suivi d'une gelée encore plus forte que celle qui l'avait précédé. Mais les observations que nous avons faites sur les effets des gelées du printemps nous fournissent beaucoup d'exemples pareils, qui prouvent incontestablement que ce n'est pas aux expositions où il gèle le plus fort, et où il fait le plus grand froid, que la gelée fait le plus de tort aux végétaux ; nous en allons donner le détail, qui va rendre sensible la proposition générale que nous venons d'avancer, et nous commencerons par une expérience que M. de Buffon a fait exécuter en grand dans ses bois, qui sont situés près de Montbard en Bourgogne.

Il a fait couper, dans le courant de l'hiver 1734, un bois taillis de sept à huit arpents, situé dans un lieu sec, sur un terrain plat, bien découvert et environné de tous côtés de terres labourables. Il a laissé dans ce même bois plusieurs petits bouquets carrés sans les abattre, et qui étaient orientés de façon que chaque face regardait exactement le midi, le nord, le levant et le couchant. Après avoir bien fait nettoyer la coupe, il a observé avec soin, au printemps, l'accroissement du jeune bourgeon, principalement autour des bouquets réservés : au 20 avril, il avait poussé sensiblement dans les endroits exposés au midi, et qui, par conséquent, étaient à l'abri du vent du nord par les bouquets ; c'est donc en cet endroit que les bourgeons poussèrent les premiers et parurent les plus vigoureux. Ceux qui étaient à l'exposition du levant parurent ensuite, puis ceux de l'exposition du couchant, et enfin ceux de l'exposition du nord.

Le 28 avril, la gelée se fit sentir très-vivement le matin, par un vent du nord, le ciel étant fort serein et l'air fort sec, surtout depuis trois jours.

Il alla voir en quel état étaient les bourgeons autour des bouquets, et il les trouva gâtés et absolument noircis dans tous les endroits qui étaient exposés au midi et à l'abri du vent du nord ; au lieu que ceux qui étaient exposés au vent froid du nord, qui soufflait encore, n'étaient que légèrement endommagés; et il fit la même observation autour de tous les bouquets qu'il avait fait réserver. A l'égard des expositions du levant et du couchant, elles étaient ce jour-là à peu près également endommagées.

Les 14, 15 et 22 mai, qu'il gela assez vivement par les vents du nord et de nord-nord-ouest, il observa pareillement que tout ce qui était à l'abri du vent par les bouquets était très-endommagé, tandis que ce qui avait été exposé au vent avait très-peu souffert. Cette expérience nous paraît décisive, et fait voir que, quoiqu'il gèle plus fort aux endroits exposés au vent du nord, qu'aux autres, la gelée y fait cependant moins de tort aux végétaux.

Ce fait est assez opposé au préjugé ordinaire, mais il n'en est pas moins certain, et même il est aisé à expliquer : il suffit pour cela de faire attention aux circonstances dans lesquelles la gelée agit, et on reconnaîtra que l'humidité est la principale cause de ses effets, en sorte que tout ce qui peut occasionner cette humidité rend en même temps la gelée dangereuse pour les végétaux; et tout ce qui dissipe l'humidité, quand même ce serait en augmentant le froid, tout ce qui dessèche diminue les désordres de la gelée. Ce fait va être confirmé par quantité d'observations.

Nous avons souvent remarqué que dans les endroits bas, et où il règne des brouillards, la gelée se fait sentir plus vivement et plus souvent qu'ailleurs.

Nous avons, par exemple, vu en automne et au printemps les plantes délicates gelées dans un jardin potager qui est situé sur le bord d'une rivière, tandis que les mêmes plantes se conservaient bien dans un autre potager qui est situé sur la hauteur. De même dans les vallons et les lieux bas des forêts, le bois n'est jamais d'une belle venue, ni d'une bonne qualité, quoique souvent ces vallons soient sur un meilleur fonds que le reste du terrain. Le taillis n'est jamais beau dans les endroits bas; et, quoiqu'il y pousse plus tard qu'ailleurs, à cause d'une fraîcheur qui y est toujours concentrée, et que M. de Buffon m'a assuré avoir remarquée même l'été en se promenant la nuit dans les bois ; car il y sentait sur les éminences presque autant de chaleur que dans les campagnes découvertes, et dans les vallons il était saisi d'un froid vif et inquiétant; quoique, dis-je, le bois y pousse plus tard qu'ailleurs, ces pousses sont encore endommagées par la gelée, qui, en gâtant les principaux jets, oblige les arbres à pousser des branches latérales, ce qui rend les taillis rabougris et hors d'état de faire jamais de beaux arbres de service : et ce que nous venons de dire ne se doit pas seulement entendre des profondes vallées qui sont si susceptibles de ces inconvénients, qu'on en remarque d'exposées au nord et fermées du côté du midi en cul-de-sac, dans lesquelles il gèle souvent les douze mois de l'année; mais on remarquera encore la même chose dans les plus petites vallées, de sorte qu'avec un peu d'habitude on peut reconnaître simplement à la mauvaise figure du taillis la pente du terrain. C'est aussi ce que j'ai remarqué plusieurs fois, et M. de Buffon l'a particulièrement observé le 28 avril 1734; car ce jour-là les bourgeons de tous les taillis d'un an, jusqu'à six et sept, étaient gelés dans tous les lieux bas, au lieu que dans les endroits élevés et découverts il n'y avait que les rejets près de terre qui fussent gâtés. La terre était alors fort sèche, et l'humidité de l'air ne lui parut pas avoir beaucoup contribué à ce dommage. Les vignes, non plus que les noyers de la campagne, ne gelèrent pas : cela pourrait faire croire qu'ils sont moins délicats que le chêne; mais nous pensons qu'il faut attribuer cela à l'humidité, qui est toujours plus grande dans les bois que dans le reste des campagnes, car nous avons remarqué que souvent les chênes sont fort endommagés de la gelée dans les forêts, pendant que ceux qui sont dans les haies ne le sont point du tout.

Dans le mois de mai 1736, nous avons encore eu occasion de répéter deux fois cette observation, qui a même été accompagnée de circonstances particulières, mais dont nous sommes obligés de remettre le détail à un autre endroit de ce Mémoire, pour en faire mieux sentir la singularité.

Les grands bois peuvent rendre les taillis qui sont dans leur voisinage, dans le même état qu'ils seraient dans le fond d'une vallée : aussi avons-nous remarqué que le long et près des lisières des grands bois, les taillis sont plus souvent endommagés par la gelée, que dans les endroits qui en sont éloignés ; comme dans le milieu des taillis et dans les bois où on laisse un grand nombre de baliveaux, elle se fait sentir avec bien plus de force que dans ceux qui sont plus découverts. Or, tous les désordres dont nous venons de parler, soit à l'égard des vallées, soit pour ce qui se trouve le long des grands bois ou à couvert par les baliveaux, ne sont plus considérables dans ces endroits que dans les autres, que parce que le vent et le soleil ne pou-

vant dissiper la transpiration de la terre et des plantes, il y reste une humidité considérable, qui, comme nous l'avons dit, cause un très-grand préjudice aux plantes.

Aussi remarque-t-on que la gelée n'est jamais plus à craindre pour la vigne, les fleurs, les bourgeons des arbres, etc., que lorsqu'elle succède à des brouillards, ou même à une pluie, quelque légère qu'elle soit : toutes ces plantes supportent des froids très-considérables sans en être endommagées lorsqu'il y a quelque temps qu'il n'a plu, et que la terre est fort sèche, comme nous l'avons encore éprouvé ce printemps dernier.

C'est principalement pour cette même raison que la gelée agit plus puissamment dans les endroits qu'on a fraîchement labourés qu'ailleurs, et cela parce que les vapeurs qui s'élèvent continuellement de la terre transpirent plus librement et plus abondamment des terres nouvellement labourées que des autres ; il faut néanmoins ajouter à cette raison, que les plantes fraîchement labourées poussent plus vigoureusement que les autres, ce qui les rend plus sensibles aux effets de la gelée.

De même, nous avons remarqué que dans les terrains légers et sablonneux, la gelée fait plus de dégâts que dans les terres fortes, en les supposant également sèches, sans doute parce qu'ils sont plus hâtifs, et encore plus parce qu'il s'échappe plus d'exhalaisons de ces sortes de terres que des autres, comme nous le prouverons ailleurs; et si une vigne nouvellement fumée est plus sujette à être endommagée de la gelée qu'une autre, n'est-ce pas à cause de l'humidité qui s'échappe des fumiers?

Un sillon de vigne qui est le long d'un champ de sainfoin ou de pois, etc., est souvent tout perdu de la gelée, lorsque le reste de la vigne est très-sain ; ce qui doit certainement être attribué à la transpiration du sainfoin ou des autres plantes qui portent une humidité sur les pousses de la vigne.

Aussi dans la vigne les verges, qui sont de longs sarments qu'on ménage en taillant, sont-elles toujours moins endommagées que la souche, surtout quand, n'étant pas attachées à l'échalas, elles sont agitées par le vent, qui ne tarde pas de les dessécher.

La même chose se remarque dans les bois ; et j'ai souvent vu dans les taillis tous les bourgeons latéraux d'une souche entièrement gâtés par la gelée, pendant que les rejetons supérieurs n'avaient pas souffert ; mais M. de Buffon a fait cette même observation avec plus d'exactitude; il lui a toujours paru que la gelée faisait plus de tort à un pied de terre qu'à deux, à deux qu'à trois, de sorte qu'il faut qu'elle soit bien violente pour gâter les bourgeons au-dessus de quatre pieds.

Toutes ces observations, qu'on peut regarder comme très-constantes, s'accordent donc à prouver que le plus souvent ce n'est pas le grand froid qui endommage les plantes chargées d'humidité, ce qui explique à merveille pourquoi elle fait tant de désordres à l'exposition du midi, quoiqu'il y fasse moins froid qu'à celle du nord; et de même la gelée cause plus de dommage à l'exposition du couchant qu'à toutes les autres, quand, après une pluie du vent d'ouest, le vent tourne au nord vers le soleil couché, comme cela arrive assez fréquemment au printemps, ou quand par un vent d'est il s'élève un brouillard froid avant le lever du soleil, ce qui n'est pas si ordinaire.

Il y a aussi des circonstances où la gelée fait plus de tort à l'exposition du levant qu'à toutes les autres; mais comme nous avons plusieurs observations sur cela, nous rapporterons auparavant celle que nous avons faite sur la gelée du printemps de 1736, qui nous a fait tant de tort l'année dernière. Comme il faisait très-sec ce printemps, il a gelé fort longtemps sans que cela ait endommagé les vignes : mais il n'en était pas de même dans les forêts, apparemment parce qu'il s'y conserve toujours plus d'humidité qu'ailleurs : en Bourgogne, de même que dans la forêt d'Orléans, les taillis furent endommagés de fort bonne heure. Enfin la gelée augmenta si fort, que toutes les vignes furent perdues malgré la sécheresse qui continuait toujours ; mais au lieu que c'est ordinairement à l'abri du vent que la gelée fait plus de dommage, au contraire, dans le printemps dernier, les endroits abrités ont été les seuls qui aient été conservés, de sorte que dans plusieurs clos de vignes entourés de murailles, on voyait les souches le long de l'exposition du midi être assez vertes, pendant que toutes les autres étaient sèches comme en hiver; et nous avons eu deux cantons de vignes d'épargnés, l'un parce qu'il était abrité du vent du nord par une pépinière d'ormes, et l'autre parce que la vigne était remplie de beaucoup d'arbres fruitiers.

Mais cet effet est très-rare, et cela n'est arrivé que parce qu'il faisait fort sec, et que les vignes ont résisté jusqu'à ce que la gelée fût devenue si forte, pour la saison, qu'elle pouvait endommager les plantes indépendamment de l'humidité extérieure; et, comme nous l'avons dit, quand la gelée endommage les plantes indépendamment de cette humidité et d'autres circonstances particulières, c'est à l'exposition du nord qu'elle fait le plus de dommage, parce que c'est à cette exposition qu'il fait plus de froid.

Mais il nous semble encore apercevoir une autre cause des désordres que la gelée produit plus fréquemmont à des expositions qu'à d'autres, au levant, par exemple, plus qu'au couchant; elle est fondée sur l'observation suivante, qui est aussi constante que les précédentes.

Une gelée assez vive ne cause aucun préjudice aux plantes, quand elle fond avant que le soleil les ait frappées : qu'il gèle la nuit, si le matin le temps est couvert, s'il tombe une petite pluie, en un mot, si, par quelque cause que ce puisse être, la glace fond doucement et indépendamment de l'action du soleil, ordinairement elle ne les endommage pas; et nous avons souvent sauvé des plantes assez délicates qui étaient par hasard restées à la gelée, en les rentrant dans la serre avant le lever du soleil, ou simplement en les couvrant avant que le soleil eût donné dessus.

Une fois entre autres, il était survenu en automne une gelée très-forte pendant que nos orangers étaient dehors; et comme il était tombé de la pluie la veille, ils étaient tous couverts de verglas : on leur sauva cet accident en les couvrant avec des draps avant le soleil levé; de sorte qu'il n'y eut que les jeunes fruits et les pousses les plus tendres qui en furent endommagés; encore sommes-nous persuadés qu'ils ne l'auraient pas été si la couverture avait été plus épaisse.

De même une autre année, nos *geranium*, et plusieurs autres plantes qui craignent le verglas, étaient dehors, lorsque tout à coup le vent qui était sud-ouest se mit au nord, et fut si froid, que toute l'eau d'une pluie abondante qui tombait se gelait, et dans un instant tout ce qui y était exposé fut couvert de glace : nous crûmes toutes nos plantes perdues; cependant nous les fîmes porter dans le fond de la serre, et nous fîmes fermer les croisées; par ce moyen nous en eûmes peu d'endommagées.

Cette précaution revient assez à ce qu'on pratique pour les animaux : qu'ils soient transis de froid, qu'ils aient un membre gelé, on se donne bien de garde de les exposer à une chaleur trop vive; on les frotte avec de la neige, ou bien on les trempe dans de l'eau, on les enterre dans du fumier; en un mot, on les réchauffe par degrés et avec ménagement.

De même, si l'on fait dégeler trop précipitamment des fruits, ils se pourrissent à l'instant, au lieu qu'ils souffrent beaucoup moins de dommage si on les fait dégeler peu à peu.

Pour expliquer comment le soleil produit tant de désordres sur les plantes gelées, quelques-uns avaient pensé que la glace, en se fondant, se réduisait en petites gouttes d'eau sphériques, qui faisaient autant de petits miroirs ardents quand le soleil donnait dessus; mais quelque court que soit le foyer d'une loupe, elle ne peut produire de chaleur qu'à une distance, quelque petite qu'elle soit, et elle ne pourra pas produire un grand effet sur un corps qu'elle touchera : d'ailleurs, la goutte d'eau qui est sur la feuille d'une plante est aplatie du côté qu'elle touche à la plante, ce qui éloigne son foyer. Enfin, si ces gouttes d'eau pouvaient produire cet effet, pourquoi les gouttes de rosée, qui sont pareillement sphériques, ne le produiraient-elles pas aussi? Peut-être pourrait-on penser que les parties les plus spiritueuses et les plus volatiles de la sève fondant les premières, elles seraient évaporées avant que les autres fussent en état de se mouvoir dans les vaisseaux de la plante, ce qui décomposerait la sève.

Mais on peut dire en général que la gelée, augmentant le volume des liqueurs, tend les vaisseaux des plantes, et que le dégel ne se pouvant faire sans que les parties qui composent le fluide gelé entrent en mouvement, ce changement se peut faire avec assez de douceur pour ne pas rompre les vaisseaux les plus délicats des plantes, qui rentreront peu à peu dans leur ton naturel, et alors les plantes n'en souffriront aucun dommage : mais s'il se fait avec trop de précipitation, ces vaisseaux ne pourront pas reprendre sitôt le ton qui leur est naturel; après avoir souffert une extension violente, les liqueurs s'évaporeront et la plante restera desséchée.

Quoi qu'on puisse conclure de ces conjectu-

res, dont je ne suis pas à beaucoup près satisfait, il reste toujours pour constant :

1° Qu'il arrive, à la vérité rarement, qu'en hiver ou au printemps les plantes soient endommagées simplement par la grande force de la gelée, et indépendamment d'aucune circonstance particulière ; et dans ce cas, c'est à l'exposition du nord que les plantes souffrent le plus.

2° Dans le temps d'une gelée qui dure plusieurs jours, l'ardeur du soleil fait fondre la glace en quelques endroits et seulement pour quelques heures ; car souvent il regèle avant le coucher du soleil, ce qui forme un verglas très-préjudiciable aux plantes ; et on sent que l'exposition du midi est plus sujette à cet inconvénient que toutes les autres.

3° On a vu que les gelées du printemps font principalement du désordre dans les endroits où il y a de l'humidité. Les terroirs qui transpirent beaucoup, les fonds des vallées, et généralement tous les endroits qui ne pourront être desséchés par le vent et le soleil, seront donc plus endommagés que les autres.

Enfin, si, au printemps, le soleil qui donne sur les plantes gelées leur occasionne un dommage plus considérable, il est clair que ce sera l'exposition du levant, et ensuite du midi qui souffriront le plus de cet accident.

Mais, dira-t-on, si cela est, il ne faut donc plus planter à l'exposition du midi en *à-dos* (qui sont des talus de terre qu'on ménage dans les potagers ou le long des espaliers), les giroflées, les choux des avents, les laitues d'hiver, les pois verts et les autres plantes délicates auxquelles on veut faire passer l'hiver, et que l'on souhaite avancer pour le printemps ; ce sera à l'exposition du nord qu'il faudra dorénavant planter les pêchers et les autres arbres délicats. Il est à propos de détruire ces deux objections, et de faire voir qu'elles sont de fausses conséquences de ce que nous avons avancé.

On se propose différents objets quand on met des plantes passer l'hiver à des abris exposés au midi : quelquefois c'est pour hâter leur végétation ; c'est, par exemple, dans cette intention qu'on plante, le long des espaliers, quelques rangées de laitues, qu'on appelle, à cause de cela, *des laitues d'hiver*, qui résistent assez bien à la gelée quelque part qu'on les mette, mais qui avancent davantage à cette exposition ; d'autres fois c'est pour les préserver de la rigueur de cette saison, dans l'intention de les replanter de bonne heure au printemps ; on suit, par exemple, cette pratique pour les choux qu'on appelle des *avents*, qu'on sème en cette saison le long d'un espalier. Cette espèce de choux, de même que les broccolis, sont assez tendres à la gelée, et périraient souvent à ces abris si on n'avait pas soin de les couvrir pendant les grandes gelées avec des paillassons ou de fumier soutenu sur des perches.

Enfin on veut quelquefois avancer la végétation de quelques plantes qui craignent la gelée, comme seraient les giroflées et les pois verts, et pour cela on les plante sur des à-dos bien exposés au midi ; mais de plus on les défend des grandes gelées en les couvrant, lorsque le temps l'exige.

On sent bien, sans que nous soyons obligés de nous étendre davantage sur cela, que l'exposition du midi est plus propre que toutes les autres à accélérer la végétation, et on vient de voir que c'est aussi ce qu'on se propose principalement quand on met quelques plantes passer l'hiver à cette exposition, puisqu'on est obligé, comme nous venons de le dire, d'employer outre cela des couvertures pour garantir de la gelée les plantes qui sont un peu délicates ; mais il faut ajouter que s'il y a quelques circonstances où la gelée fasse plus de désordre au midi qu'aux autres expositions, il y a aussi bien des cas qui sont favorables à cette exposition, surtout quand il s'agit d'espalier. Si, par exemple, pendant l'hiver, il y a quelque chose à craindre des verglas, combien de fois arrive-t-il que la chaleur du soleil, qui est augmentée par la réflexion de la muraille, a assez de force pour dissiper toute l'humidité, et alors les plantes sont presque en sûreté contre le froid ! De plus, combien arrive-t-il de gelées sèches qui agissent au nord sans relâche, et qui ne sont presque pas sensibles au midi ! De même au printemps, on sent bien que si, après une pluie qui vient de sud-ouest ou de sud-est, le vent se met au nord, l'espalier du midi étant à l'abri du vent, souffrira plus que les autres. Mais ces cas sont rares, et le plus souvent c'est après des pluies de nord-ouest ou de nord-est que le vent se met au nord, et alors l'espalier du midi ayant été à l'abri de la pluie par le mur, les plantes qui y seront auront moins à souffrir que les autres, non-seulement parce qu'elles auront moins reçu de pluie, mais encore parce qu'il y fait toujours

moins froid qu'aux autres expositions, comme nous l'avons fait remarquer au commencement de ce Mémoire.

De plus, comme le soleil dessèche beaucoup la terre le long des espaliers qui sont au midi, la terre y transpire moins qu'ailleurs.

On sent bien que ce que nous venons de dire doit avoir son application à l'égard des pêchers et des abricotiers, qu'on a coutume de mettre à cette exposition et à celle du levant; nous ajouterons seulement qu'il n'est pas rare de voir les pêchers geler au levant et au midi, et ne le pas être au couchant ou même au nord : mais indépendamment de cela, on ne peut jamais compter avoir beaucoup de pêches et de bonne qualité à cette dernière exposition; quantité de fleurs tombent tout entières et sans se nouer; d'autres après être nouées se détachent de l'arbre, et celles qui restent ont peine à parvenir à une maturité. J'ai même un espalier de pêchers à l'exposition du couchant, un peu déclinante au nord, qui ne donne presque pas de fruit, quoique les arbres y soient plus beaux qu'aux expositions du midi et du nord.

Ainsi on ne pourrait éviter les inconvénients qu'on peut reprocher à l'exposition du midi à l'égard de la gelée, sans tomber dans d'autres plus fâcheux.

Mais tous les arbres délicats, comme les figuiers, les lauriers, etc., doivent être mis au midi, ayant soin, comme l'on fait ordinairement, de les couvrir; nous remarquerons seulement que le fumier sec est préférable pour cela à la paille, qui ne couvre jamais si exactement, et dans laquelle il reste toujours un peu de grain qui attire les mulots et les rats, qui mangent quelquefois l'écorce des arbres pour se désaltérer dans le temps de la gelée, où ils ne trouvent point d'eau à boire, ni d'herbe à paître; c'est ce qui nous est arrivé deux à trois fois : mais quand on se sert de fumier, il faut qu'il soit sec, sans quoi il s'échaufferait et ferait moisir les jeunes branches.

Toutes ces précautions sont cependant bien inférieures à ces espaliers en niche ou en renfoncement, tels qu'on en voit aujourd'hui au jardin du Roi; les plantes sont de cette manière à l'abri de tous les vents, excepté celui du midi qui ne leur peut nuire : le soleil, qui échauffe ces endroits pendant le jour, empêche que le froid n'y soit si violent pendant la nuit, et on peut avec grande facilité mettre sur ces renfoncements une légère couverture, qui tiendra les plantes qui y seront dans un état de sécheresse, infiniment propre à prévenir tous les accidents que le verglas et les gelées du printemps auraient pu produire; et la plupart des plantes ne souffriront pas d'être ainsi privées de l'humidité extérieure, parce qu'elles ne transpirent presque pas dans l'hiver, non plus qu'au commencement du printemps, de sorte que l'humidité de l'air suffit à leur besoin.

Mais puisque les rosées rendent les plantes si susceptibles de la gelée du printemps, ne pourrait-on pas espérer que les recherches que MM. Musschenbroeck et du Fay ont faites sur cette matière pourraient tourner au profit de l'agriculture ? Car enfin, puisqu'il y a des corps qui semblent attirer la rosée, pendant qu'il y en a d'autres qui la repoussent, si on pouvait peindre, enduire ou crépir les murailles avec quelque matière qui repousserait la rosée, il est sûr qu'on aurait lieu d'en espérer un succès plus heureux, que de la précaution que l'on prend de mettre une planche en manière de toit au-dessus des espaliers; ce qui ne doit guère diminuer l'abondance de la rosée sur les arbres, puisque M. du Fay a prouvé que souvent elle ne tombe pas perpendiculairement comme une pluie, mais qu'elle nage dans l'air et qu'elle s'attache aux corps qu'elle rencontre; de sorte qu'il a souvent autant amassé de rosée sous un toit que dans les endroits entièrement découverts. Il nous serait aisé de reprendre toutes nos observations, et de continuer à en tirer des conséquences utiles à la pratique de l'agriculture; ce que nous avons dit, par exemple, au sujet de la vigne, doit déterminer à arracher tous les arbres qui empêchent le vent de dissiper les brouillards.

Puisqu'en labourant la terre on en fait sortir plus d'exhalaisons, il faut prêter plus d'attention à ne la pas faire labourer dans les temps critiques.

On doit défendre expressément qu'on ne sème sur les sillons de vigne des plantes potagères, qui, par leurs transpirations, nuiraient à la vigne.

On ne mettra des échalas aux vignes que le plus tard qu'on pourra.

On tiendra les haies qui bordent les vignes du côté du nord, plus basses que de tout autre côté.

On préférera amender les vignes avec des terreaux, plutôt que de les fumer.

Enfin, si on est à portée de choisir un terrain, on évitera ceux qui sont dans des fonds, ou dans les terroirs qui transpirent beaucoup.

Une partie de ces précautions peut aussi être employée très-utilement pour les arbres fruitiers, à l'égard, par exemple, des plantes potagères, que les jardiniers sont toujours empressés de mettre aux pieds de leurs buissons, et encore plus le long de leurs espaliers.

S'il y a des parties hautes et d'autres basses dans les jardins, on pourra avoir l'attention de semer les plantes printanières et délicates sur le haut, préférablement au bas, à moins qu'on n'ait dessein de les couvrir avec des cloches, des châssis, etc. : car, dans le cas où l'humidité ne peut nuire, il serait souvent avantageux de choisir les lieux bas pour être à l'abri du vent du nord et du nord-ouest.

On peut aussi profiter de ce que nous avons dit à l'avantage des forêts : car si on a des réserves à faire, ce ne sera jamais dans les endroits où la gelée cause tant de dommage.

Si on sème un bois, on aura attention de mettre dans les vallons des arbres qui soient plus durs à la gelée que le chêne.

Quand on fera des coupes considérables, on mettra dans les clauses du marché qu'on les commencera toujours du côté du nord, afin que ce vent, qui règne ordinairement dans les temps des gelées, dissipe cette humidité qui est préjudiciable aux taillis.

Enfin si, sans contrevenir aux ordonnances, on peut faire des réserves en lisières, au lieu de laisser des baliveaux qui, sans pouvoir jamais faire de beaux arbres, sont à tous égards la perte des taillis, et particulièrement dans l'occasion présente, en retenant sur les taillis cette humidité qui est si fâcheuse dans les temps de gelée; on aura en même temps attention que la lisière de réserve ne couvre pas le taillis du côté du nord.

Il y aurait encore bien d'autres conséquences utiles qu'on pourrait tirer de nos observations; nous nous contenterons cependant d'en avoir rapporté quelques-unes, parce qu'on pourra suppléer à ce que nous avons omis, en prêtant un peu d'attention aux observations que nous avons rapportées. Nous sentons bien qu'il y aurait encore sur cette matière nombre d'expériences à faire, mais nous avons cru qu'il n'y avait aucun inconvénient à rapporter celles que nous avons faites : peut-être même engageront-elles quelque autre personne à travailler sur la même matière; et si elles ne produisent pas cet effet, elles ne nous empêcheront pas de suivre les vues que nous avons encore.

FIN DU PREMIER VOLUME.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.





